COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 JANVIER 1841.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

RENOUVELLEMENT ANNUEL DU BUREAU.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1841 (1).

Le nombre des votants est de 49; majorité absolue, 25.

Au premier tour de scrutin,

M. Poncelet obtient. . . .	45 suffrages.
M. Beautemps-Beaupré. . .	1
M. Piobert.	1
M. Gay-Lussac.	1

Il y a un billet blanc.

(1) D'après le Règlement, le Président sortant ne peut être réélu; mais à l'époque où l'on dut s'occuper de nommer à la place de Président, devenue vacante par suite du décès de M. Poisson, l'Académie décida que le membre qui serait appelé à exercer les fonctions de Président pendant la dernière moitié de l'année 1840 ne perdrait pas pour cela ses droits dans la future élection. En conséquence, M. *Poncelet*, qui avait été alors désigné comme Président, se trouve, relativement à l'élection qui va avoir lieu, dans la même position que tous les autres membres appartenant aux Sections des sciences mathématiques parmi lesquelles doit être pris cette année le Vice-Président de l'Académie.

M. **Poncelet**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1841.

M. **Serres**, Vice-Président pendant l'année 1840, passe aux fonctions de Président.

Conformément au Règlement, M. Poncelet, avant de quitter le fauteuil de Président, rend compte de ce qui s'est fait pendant l'année 1840, relativement à l'impression des *Mémoires de l'Académie* et des *Mémoires des Savants étrangers*.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Recherches sur la cause des mouvements que présente le camphre placé à la surface de l'eau, et sur la cause de la circulation chez le Chara; par* M. **Dutrochet**. (Première partie.)

« **1.** Les progrès des diverses branches des sciences physiques tendent, en général, à les réunir en un seul faisceau et à démontrer l'unité qui existe dans l'univers. La physiologie seule se tient encore à part, considérant les forces vitales comme entièrement différentes des forces auxquelles obéit le monde inorganique. Pour moi j'ai toujours pensé que si les phénomènes vitaux ne sont point explicables aujourd'hui par le moyen des phénomènes physiques, c'est que ces derniers ne sont pas tous connus. Ainsi, par exemple, les forces sous l'empire desquelles se meuvent les liquides chez les végétaux doivent, à mon avis, se retrouver toutes dans la physique. Déjà l'endosmose a révélé l'existence et montré le mécanisme de l'une de ces forces motrices, mais l'endosmose ne rend pas raison de tous les mouvements que présentent les liquides chez les végétaux. Le mouvement de circulation qui s'observe dans le tube central de chaque mérithalle des chara et dans l'intérieur des cellules de beaucoup de plantes ne peut encore s'expliquer par aucune force physique connue. Ce mouvement de rotation dans des cavités closes et le mouvement du latex qui a lieu dans des vaisseaux anastomosés et qui a reçu de M. Schultz le nom de *cyclose*, dépendent l'un et l'autre bien certainement de la même force motrice, mais celle-ci est tout-à-fait inconnue et dans sa nature et dans

son mode d'action. Étudiée chez le chara cette force a été considérée, par certains physiologistes, comme étant de nature électrique, mais rien n'a justifié cette allégation purement hypothétique. Les recherches que nous avons faites en commun, M. Becquerel et moi, en mettant en présence la force qui préside à la circulation du chara et l'électricité voltaïque, ont même tendu à éloigner l'idée que cette circulation fût due à l'électricité. Cette dernière force, d'ailleurs, telle que nous la connaissons, est tout-à-fait étrangère aux singulières propriétés que m'a offert la force qui préside à la circulation du chara. J'ai fait voir, en effet (1), que cette circulation arrêtée par l'influence de certaines causes mécaniques, physiques ou chimiques, se rétablissait spontanément sans l'influence continuée de la cause qui l'avait arrêtée; il y avait donc là un phénomène *d'habitude*. La force qui préside à la circulation, d'abord *vaincue* ou *opprimée*, avait la propriété de *réagir* spontanément pour rétablir la circulation arrêtée, et cela après une suspension de plus ou moins de durée. Or les forces électriques, telles qu'elles nous sont connues, n'offrent rien de semblable à cette propriété de *réaction* et *d'habitude*.

» 2. Rien n'est moins philosophique, dans la recherche des causes des phénomènes, que de vouloir toujours rapporter les effets observés aux causes qui nous sont connues, comme si notre faible savoir embrassait toutes les causes des phénomènes naturels. Cette disposition d'esprit est véritablement celle qui éloigne le plus de la voie des découvertes. J'ai dû, dans bien des circonstances, me tenir en garde contre elle, et cela spécialement dans l'étude des phénomènes dont il s'agit ici. La cause du mouvement circulatoire du chara échappe à toute recherche directe: les forces motrices qui nous connues ne l'expliquent point. J'ai cherché s'il n'y avait point dans la physique quelque phénomène de mouvement dont la cause fût également inconnue et qui parût offrir quelque analogie avec le mouvement que l'on observe chez le chara. Dans cet examen comparatif un phénomène physique bien vulgairement connu s'est présenté à mon esprit, je veux parler du mouvement que présentent les parcelles de camphre placées sur l'eau; ces parcelles, par cela même qu'elles se meuvent sur l'eau, donneraient du mouvement à ce liquide si elles étaient fixées de manière à demeurer immobiles. Ne serait-il pas possible que la force motrice qui les

---

(1) Observations sur la circulation des fluides chez le *Chara fragilis;* dans les *Annales des Sciences naturelles,* janvier 1838.

anime fût également celle qui anime les globules verts fixés sur les parois intérieures du tube central du chara, globules verts desquels émane évidemment la force motrice à laquelle est due la circulation du liquide qui les touche et celle des corpuscules inertes que ce liquide charrie? Je résolus de chercher à vérifier ce soupçon, en laissant complétement de côté toutes les explications qui avaient été données touchant les mouvements du camphre sur l'eau, explications dont je sentais toute l'insuffisance. Ce dernier phénomène fut pour moi, comme celui auquel je le comparais, un phénomène inexpliqué, et pour savoir si ces deux phénomènes avaient réellement entre eux de l'analogie, je résolus de soumettre les mouvements du camphre sur l'eau à des épreuves analogues à celles auxquelles j'avais soumis le mouvement circulatoire du chara, afin de voir si les résultats seraient les mêmes. C'est ce que j'ai exécuté, descendant ainsi de la physiologie à la physique; et, prenant dans la première de ces sciences les principes d'expérimentation que je transportais dans la seconde, j'ai eu la satisfaction de voir mes soupçons confirmés. Je ne suivrai point, dans l'exposé de mes expériences, l'ordre dans lequel elles ont été faites. Les faits nouveaux que me dévoilaient successivement, et souvent avec bien de la difficulté, ces nombreuses expériences, n'étaient point ceux qui devaient occuper le commencement de la série dans laquelle ils doivent être placés naturellement; ce sera donc cette série naturelle des faits à laquelle je m'attacherai. Je commencerai par étudier le mouvement du camphre sur l'eau afin d'acquérir la connaissance de sa cause véritable; ensuite, prenant successivement les diverses expériences que j'ai faites sur le mouvement circulatoire du chara, je tenterai de les appliquer, par imitation, à des expériences analogues faites sur le mouvement du camphre. Si, dans ces expériences comparatives, j'obtiens des résultats semblables, je serai fondé à en conclure que la force physiologique qui produit le mouvement circulatoire du chara et la force physique qui produit le mouvement du camphre sur l'eau sont identiques.

» 3. La découverte des mouvements du camphre sur l'eau appartient à Romieu (1), qui attribua ces mouvements à l'électricité, en se fondant, pour appuyer cette assertion, sur des observations erronées. Il prétendit que si l'eau où surnagent les parcelles de camphre est contenue dans un vase métallique, on n'aperçoit en elles aucun mouvement, tandis que ce

---

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1756.

mouvement se manifeste si le vase est de verre, de soufre ou de résine; ce qui est faux. Le camphre se meut sur l'eau placée dans des vases faits avec toutes sortes de matières.

» 4. Bénédict Prévost (1), rejetant l'idée d'expliquer ce phénomène par l'électricité, attribua les mouvements du camphre sur l'eau à une atmosphère de fluide odorant et élastique, émané du camphre. Cette effluve éprouvant de la résistance de la part de l'air environnant et de la part de l'eau, réagirait mécaniquement sur la parcelle de camphre, et lui imprimerait ainsi du mouvement. B. Prévost ne borna pas ses observations au camphre; il les étendit à toutes les substances odorantes, et il vit que des parcelles de liége imbibées de ces substances liquides, se mouvaient sur l'eau comme le camphre. Plus tard il annonça que le camphre placé à la surface du mercure, y offrait les mêmes mouvements que sur l'eau.

» 5. Fourcroy, auteur de l'extrait du Mémoire de B. Prévost inséré aux *Annales de Chimie*, ajoute, à la fin de cet extrait, qu'il pense que les mouvements du camphre sur l'eau peuvent être rapportés à l'attraction de la matière odorante pour l'air et pour l'eau, et à la dissolution qui s'en opère dans l'une ou dans l'autre, ou dans les deux à la fois.

» 6. A peu près dans le même temps, Venturi (2) publia ses Recherches sur le même phénomène; il admit que le camphre placé sur l'eau émet une vapeur huileuse qui s'unit à la superficie de ce liquide, et que le mouvement des parcelles de camphre n'est que l'effet mécanique de la réaction que cette huile, en s'étendant sur l'eau, exerce contre ce camphre même. Il vit que la sciure de bois imbibée d'huile tournoie sur l'eau comme le camphre. B. Prévost avait observé que le camphre s'évapore 30 à 40 fois plus vite lorsqu'il est placé à la surface de l'eau, que lorsqu'il est abandonné simplement à l'air. Venturi confirma cette vérité par l'expérience suivante. Ayant coupé du camphre en colonnes de peu de grosseur, il les plongea verticalement dans l'eau, en laissant émerger leur partie supérieure. Ces colonnes de camphre éprouvèrent, à l'endroit où elles sortaient de l'eau, une vaporisation beaucoup plus rapide que dans le reste de leur étendue située dans l'air, en sorte qu'elles ne tardèrent pas à se couper dans cet endroit.

---

(1) *Annales de Chimie*, T. XXI et XL.
(2) *Annales de Chimie*, T. XXI.

» **7.** Corradori (1) revit les expériences de B. Prévost et de Venturi; il admit, avec ce dernier, que le camphre doit ses mouvements à l'expansion d'une huile qui émane de cette substance, et qui, attirée par la surface de l'eau, sur laquelle elle s'étend rapidement en une couche extrêmement mince, repousse mécaniquement tous les corps légers qui flottent sur ce liquide, et par conséquent repousse la parcelle de camphre elle-même. Cette *attraction de surface* est exercée de même par l'eau sur les huiles fixes ou volatiles, et cela par préférence à l'huile, qui est censée émaner du camphre, en sorte que le mouvement de ce dernier se trouve subitement arrêté par la projection sur l'eau d'une seule goutte de l'une de ces huiles.

» **8.** Sérullas (2) ayant découvert que le potassium allié à différents métaux, et placé en petits fragments sur l'eau, y offrait des mouvements tout-à-fait semblables à ceux du camphre, rechercha la cause de ces mouvements. Le potassium, en décomposant l'eau, s'empare de son oxigène et dégage l'hydrogène à l'état de gaz. Or Sérullas ayant observé que le mouvement des fragments d'alliage de potassium sur l'eau, ou même dans le sein de l'eau, avait toujours lieu dans le sens opposé au point où se trouvait le plus fort dégagement de gaz hydrogène, en conclut que c'était l'effluve de ce gaz qui, rencontrant de la résistance, soit de la part de l'eau, soit de la part de l'air, réagissait sur le fragment d'alliage et lui imprimait ainsi du mouvement. L'analogie le porta à admettre que c'était de même par une effluve de sa propre substance que le camphre frappait l'eau ou l'air qui l'environnaient, et que c'était là la cause de son mouvement à la surface de l'eau : c'est la reproduction de la théorie de B. Prévost.

» **9.** M. Matteucci (3) admet que c'est uniquement à l'évaporation du camphre et à sa dissolution dans les couches d'eau qui l'environnent, qu'on doit attribuer la cause de son mouvement. Il a fait à cet égard plusieurs expériences, desquelles il croit pouvoir conclure que *c'est aux courants des vapeurs des substances volatiles qu'est due leur rotation.*

» **10.** On remarque que dans les expériences faites par les physiciens qui viennent d'être cités, tous les corps susceptibles de se mouvoir à la surface de l'eau sont censés ne pouvoir opérer ce mouvement que par le

---

(1) *Mémoires de la Société italienne,* T. XI, XII et XV. — *Annales de Chimie,* T. XXXVII et XLVIII.

(2) *Journal de Physique,* T. XCI, page 172.

(3) *Annales de Chimie et de Physique,* T. LIII, page 216.

moyen de l'émission d'une vapeur ou d'un gaz, comme le pensent B. Prévost, Serullas et M. Matteucci, ou par le moyen d'une expansion de leur substance sur l'eau, en vertu de l'*attraction de surface* opérée par ce liquide, comme le veut Corradori. Or l'expérience va nous prouver que ce phénomène de mouvement spontané s'observe dans beaucoup de circonstances où il n'y a ni production de vapeur ou de gaz, ni *attraction de surface* de la part de l'eau. J'ai trouvé que la potasse et la soude caustiques soutenues à la surface de l'eau par des parcelles de liége imbibées de leur solution desséchée s'y meuvent avec une grande rapidité; les parcelles de savon offrent le même phénomène. Le savon fait de graisse et de soude présente surtout cette propriété; ses mouvements à la surface de l'eau durent plus long-temps que ceux du savon fait avec l'huile et la soude. Je noterai même ici un fait remarquable, parce qu'il tend à établir l'analogie de la cause à laquelle est dû le mouvement chez le camphre et chez le savon : il arrive souvent qu'une parcelle de camphre en se mouvant sur l'eau se divise tout-à-coup en deux parcelles qui se repoussent avec une grande vivacité au moment de leur séparation; or les parcelles de savon qui se meuvent sur l'eau offrent très souvent le même phénomène. Le camphre ne se meut que par saccades brusques et intermittentes; il en est de même du savon, et je puis même dire ici que ces saccades brusques sont un caractère général de ce phénomène de mouvement dans toutes les substances qui le présentent. Les acides et les sels neutres offrent aussi, mais à un plus faible degré, la propriété de se mouvoir sur l'eau lorsqu'ils y sont tenus en suspension. Ainsi les parcelles de liége très légèrement imbibées d'acide sulfurique concentré se meuvent faiblement sur l'eau par saccades brusques; si ces parcelles de liége étaient complétement imbibées d'acide, elles se précipiteraient au fond de l'eau. Les parcelles de liége imbibées d'une solution d'acide tartrique ou d'acide oxalique, et ensuite desséchées, offrent sur l'eau le même phénomène de faible mouvement. Les sels neutres préparés de la même manière offrent aussi ce mouvement sur l'eau, mais avec encore plus de faiblesse. En général ce sont les substances qui ont le plus d'affinité pour l'eau qui sont aptes à présenter ce phénomène de mouvement. Ainsi le chlorure de calcium se meut sur l'eau, tandis que le chlorure de sodium ou sel marin ne s'y meut point d'une manière sensible.

» **11.** La théorie de ces mouvements peut s'établir, au moins d'une manière empirique, par l'observation de ce qui se passe lors de la solution dans l'eau d'un corps solide très soluble, d'un petit morceau de soude ou de potasse caustiques, par exemple. En observant au microscope ce qui se

passe pendant cette solution rapide, on voit le petit fragment d'alcali devenir immédiatement le centre d'un mouvement centrifuge assez vif; il projette de toutes parts sa substance dissoute dans l'eau environnante, comme s'il repoussait sa solution. Or une observation rapportée plus haut prouve que cette répulsion existe effectivement. Une parcelle de liége imbibée d'une solution alcaline desséchée étant placée à la surface de l'eau sous le microscope, on voit la solution alcaline se projeter vivement dans l'eau, et la parcelle de liége, inégalement imprégnée d'alcali dans son pourtour, se mouvoir dans le sens opposé à celui dans lequel s'opère la plus vive projection de cette même solution. Ce mouvement de la parcelle de liége est évidemment un effet de recul produit par la répulsion que l'alcali solide qu'elle contient exerce sur sa propre solution. Il est fort probable que cette répulsion est électrique, et provient de ce que le corps solide qui se dissout possède une électricité semblable à celle que possède sa solution. Quoi qu'il en soit, le fait de la répulsion réciproque du corps soluble et de sa solution aqueuse est certain, et c'est à cette répulsion que l'on peut attribuer le mouvement que prennent à la surface de l'eau tous les corps flottants qui s'y dissolvent : c'est ce que l'on observe non-seulement dans les alcalis, les acides et les sels, mais aussi dans certaines substances gommo-résineuses, telles que l'opium, l'aloès succotrin, etc. Venons actuellement au mouvement que prennent sur l'eau les corps huileux ou résineux.

» **12.** Une goutte d'huile essentielle de térébenthine ou de lavande jetée sur la surface de l'eau s'y étend rapidement en une couche tellement mince, qu'elle reflète les couleurs de l'iris; une seconde goutte ne produit plus le même effet. Les huiles fixes présentent un phénomène semblable lorsqu'elles ne sont pas trop visqueuses. Ainsi, par exemple, l'huile de colza, qui est très visqueuse, ne s'étend point sur la surface de l'eau; mais lorsqu'elle est rendue plus fluide par l'*épuration* qui la rend propre à servir à l'éclairage, elle s'étend très bien sur la surface de l'eau. Ce phénomène n'a toujours lieu que pour la première goutte; la seconde goutte conserve sa forme arrondie à la surface de l'eau. Ayant une de ces grosses gouttes d'huile fixe flottante sur l'eau, j'ai déposé doucement dans son milieu une goutte d'huile essentielle de térébenthine : celle-ci a percé doucement l'épaisseur de la goutte d'huile fixe, comme si elle était attirée par l'eau sous-jacente, et au moment de son contact avec l'eau elle a fait une sorte d'explosion en projetant circulairement sa substance sur le surface de l'eau, chassant devant elle et circulairement l'huile fixe qui l'emprisonnait, et qui, après cette explosion, revint sur elle-même pour se former

de nouveau en goutte. La cause de ce mouvement centrifuge est exactement la même que celle qui a été déterminée plus haut par rapport aux corps solubles. La solution, considérée dans ses dernières limites, n'est dans le fait que la réunion molécule à molécule du liquide dissolvant et du corps dissous. Il y a pénétration du liquide dissolvant jusqu'à ce que ce but soit atteint. Mais si le liquide dissolvant et le corps à dissoudre ne sont pas miscibles, alors il n'y aura point de pénétration du liquide, et la dissolution ne s'opérera qu'à sa surface. C'est ce qui a lieu pour les huiles mises en contact avec l'eau. La goutte d'huile qui, par un mouvement centrifuge, s'étend sur l'eau en une couche mince et irisée, offre ici véritablement le phénomène de la solution considérée dans ses dernières limites, c'est-à-dire la réunion côte à côte de chaque molécule d'eau de la surface avec une molécule d'huile. Dans l'acte de cette solution superficielle et non pénétrante on observe, comme dans toutes les solutions avec pénétration, un mouvement de projection répulsive partant concentriquement du corps qui se dissout en projetant autour de lui sa propre substance. Ici c'est chaque molécule d'huile qui repousse ses voisines, en sorte qu'une projection circulaire est le résultat de cet ensemble de répulsions. Si une seconde goutte d'huile fixe projetée sur l'eau ne produit pas le même phénomène que la première, c'est que celle-ci a saturé la surface de l'eau; mais cette saturation d'huile fixe n'empêche pas la dissolution subséquente d'une goutte d'huile essentielle. L'huile, en envahissant ainsi rapidement la surface de l'eau, chasse mécaniquement devant elle les corps légers qui flottent à la surface de ce liquide, comme on vient de voir que la goutte d'huile essentielle chasse autour d'elle la grosse goutte d'huile fixe qui l'emprisonne. Cette propulsion des corps flottants est toute mécanique; ce n'est point une *répulsion* dans le sens qu'on attache à ce mot : la répulsion véritable n'existe ici qu'entre les molécules de l'huile. Ces observations conduisent directement à l'étude des mouvements du camphre sur l'eau.

» **13.** Le camphre est une huile essentielle concrétée; il doit donc offrir les mêmes phénomènes que les huiles essentielles lors de son contact avec l'eau, avec cette différence, toutefois, que ce n'est pas à l'état de *liquide huileux* qu'il s'unit à la surface de l'eau, mais bien à l'état de *vapeur huileuse*, ce qui est au fond la même chose. Cette manière d'envisager ce phénomène concilie les opinions de Bénédict Prévost et de Corradori, opinions qui représentent, chacune à part, une partie de la vérité. La vapeur huileuse du camphre s'unissant à la surface de l'eau et éprouvant

une vive répulsion moléculaire dans l'acte de cette solution superficielle, s'étend rapidement sur la surface de ce liquide, en chassant devant elle les corps légers et flottants qu'elle y rencontre. Cette répulsion apparente, qui n'est dans le fait qu'une propulsion, s'étend souvent à plus de trente millimètres de distance autour de la parcelle de camphre. Si l'on projette sur l'eau une goutte d'huile essentielle ou fixe, cette huile envahit la surface de l'eau de préférence à la vapeur du camphre, et celui-ci cesse à l'instant de se mouvoir. C'est ici un phénomène d'affinité élective. La surface de l'eau se sature d'huile fixe ou essentielle, et dès lors elle n'est plus susceptible de dissoudre la vapeur du camphre; il suffit même que l'air soit chargé de l'odeur d'une huile essentielle, ou même d'une odeur quelconque, pour mettre obstacle au mouvement du camphre sur l'eau, et cela parce que la vapeur odorante se dissout à la surface de l'eau, de préférence à la vapeur du camphre. Lorsque l'air est très chargé de la vapeur du camphre, le mouvement de ce dernier sur l'eau s'arrête également, et cela parce que la surface de l'eau se sature complétement de cette vapeur. Voilà pourquoi le mouvement du camphre s'arrête lorsqu'on couvre le vase qui contient l'eau sur laquelle il se meut. Il faut que la vapeur du camphre dissoute par la surface de l'eau puisse s'évaporer librement et promptement, afin de pouvoir livrer sa place à une nouvelle dissolution.

» **14**. Lorsqu'il arrive qu'un petit fragment de camphre qui se meut à la surface de l'eau se divise accidentellement en deux parcelles, celles-ci se repoussent avec une extrême vivacité au moment de leur séparation. Cet effet est dû à l'expansion ou à la répulsion moléculaire de la vapeur de camphre interposée à ces deux parcelles. On conçoit parfaitement que dans l'expansion de la vapeur du camphre à la surface de l'eau elle éprouve, de la part de ce liquide, une résistance qui doit opérer une réaction contre la parcelle de camphre, laquelle doit se mouvoir alors par un effet de recul. Or ce n'est pas de cette cause seule que dépendent les mouvements du camphre placé à la surface de l'eau; la cause la plus puissante et la plus importante à considérer dans la production de ce phénomène a, jusqu'à ce jour, échappé à l'observation. On va voir ici se développer des phénomènes physiques dont on est loin de soupçonner l'existence. J'aborde immédiatement l'expérience.

» **15**. Je mets une petite quantité d'eau dans un cristal de montre; elle s'y élève à 2 ou 3 millimètres de hauteur, et je place sur cette eau une parcelle de camphre de moins d'un demi-millimètre de diamètre. Cette parcelle de camphre confinée dans un espace resserré ne tarde pas à ga-

gner le bord de l'eau et elle y demeure fixée, agitée seulement d'un mouvement de trépidation. Je la soumets au microscope en employant le faible grossissement de dix fois le diamètre, ce qui me permet d'apercevoir un champ de 7 à 8 millimètres d'étendue diamétrale. Alors j'ajoute à l'eau une goutte d'eau bourbeuse tenant des particules d'argile en suspension. A l'instant un phénomène curieux se présente à l'observation. On voit les particules d'argile se précipiter avec rapidité vers la parcelle de camphre : le courant qu'elles forment, arrivé dans le voisinage du camphre, se partage en deux courants desquels l'un se dirige vers la droite et l'autre vers la gauche, c'est-à-dire vers les deux extrémités opposées de la parcelle de camphre; là elles subissent une vive répulsion et elles s'éloignent avec une vitesse qui diminue graduellement. Parvenues à 3 à 4 millimètres de distance, elles décrivent une courbe qui les ramène dans le courant affluent, et elles se précipitent de nouveau vers le camphre qui les attire en leur imprimant un mouvement accéléré. Il s'établit ainsi deux tourbillons dirigés en sens inverse et dans chacun desquels les particules terreuses suspendues dans l'eau subissent une véritable circulation, laquelle s'opère dans une courbe ovoïde dont le petit bout est auprès du camphre, et le gros bout à la partie opposée de cette courbe. Ainsi les deux actions d'attraction et de répulsion que subissent les particules terreuses s'exercent non suivant des lignes droites, mais suivant les deux moitiés opposées d'une courbe ovoïde plus ou moins allongée. On observe que la répulsion a lieu à une petite distance du camphre, en sorte que les particules d'argile ont été repoussées sans l'avoir touché. Cette répulsion a lieu à une distance du camphre que j'évalue à $\frac{1}{10}$ de millimètre, et quelquefois à $\frac{2}{10}$ ou $\frac{3}{10}$ de millimètre au plus.

» **16.** J'ai rendu ces phénomènes encore plus faciles à observer en remplaçant les particules terreuses en suspension dans l'eau par le précipité jaunâtre et floconneux qui se forme dans la solution du sulfate de fer dans l'eau. Pour cela, au lieu d'ajouter, comme précédemment, une goutte d'eau bourbeuse à l'eau contenue dans le cristal de montre, j'y ajoute une goutte de solution de sulfate de fer très chargée du précipité floconneux dont je viens de parler. Les flocons de ce précipité, en raison de leur grosseur, se prêtent beaucoup plus facilement à l'observation que ne font les particules d'argile. Il arrive quelquefois que ces flocons suspendus dans l'eau, au lieu de décrire dans leur mouvement les courbes ovoïdes dont je viens de parler, restent auprès de la parcelle de camphre, et là, à $\frac{1}{10}$ de millimètre de distance de cette parcelle, ils offrent un mouvement rapide de rotation sur eux-mêmes et sur un axe horizontal, tantôt dans un sens

et tantôt dans le sens opposé. Il n'y a point cependant de changement dans le sens de la rotation; lorsque celle-ci s'est établie dans un sens elle y persiste. Il existe donc, à un ou deux dixièmes de millimètre autour de la parcelle de camphre, une force motrice rotative, dont le sens n'est point le même à tous les points de sa périphérie; les corpuscules flottants dans l'eau et qui sont attirés par le camphre reçoivent tous en arrivant auprès de lui ce mouvement de rotation sur eux-mêmes, en même temps qu'ils y reçoivent le mouvement de répulsion. Ils perdent promptement ce mouvement de rotation en s'éloignant, et cela par l'effet de la résistance que leur fait éprouver l'eau en raison de l'irrégularité de leur forme; ils conserveraient probablement ce mouvement de rotation pendant leur révolution, si leur forme était parfaitement sphérique. Au reste il est évident que la rotation des corpuscules sur eux-mêmes et leur révolution dans une courbe fermée, sont deux modifications du même phénomène. En effet, les deux moitiés de la révolution desquelles la première est due à l'attraction et la seconde est due à la répulsion, sont, l'une par rapport à l'autre, ce que sont également l'une par rapport à l'autre les deux moitiés de la rotation desquelles la première, analogue à la moitié de révolution due à l'attraction, commence à la partie du corps tournant actuellement opposée au camphre et finit en regard de ce dernier, et la seconde, analogue à la moitié de révolution due à la répulsion, commence en regard du camphre et finit à la place opposée.

» **17.** Il résulte de ces observations que le mouvement de rotation est ici une modification du mouvement de révolution. La cause de ces deux mouvements est la même. Il en résulte, en outre, que l'attraction et la répulsion sont ici les deux directions opposées d'une même force qui s'exerce selon une courbe fermée, courbe dont le grand axe correspond, par une de ses extrémités, au voisinage du corps dans lequel se trouve l'origine de cette force.

» **18.** Jusqu'ici je n'ai étudié les mouvements qu'imprime le camphre aux particules suspendues dans l'eau que lorsqu'il est fixé à demeure au bord de l'eau, et qu'il n'agit ainsi sur ce liquide que par un seul de ses côtés. Il était important d'observer ce qui arrive lorsque le camphre est situé sur la surface de l'eau qui l'environne circulairement. Il n'est pas facile de faire cette observation au microscope, parce que la parcelle de camphre placée sur l'eau y est le plus souvent animée d'un mouvement de progression. Mais il arrive souvent que ce mouvement de progression, après avoir duré un certain temps, cesse d'avoir lieu; alors la parcelle de camphre peut res-

ter en place sur le milieu de l'eau, étant agitée seulement par un léger mouvement de trépidation. Alors on peut facilement observer au microscope les effets qu'elle produit. On ne voit plus dans ce cas ces deux tourbillons en sens opposé que l'on observe constamment dans les mouvements des corps légers suspendus dans l'eau lorsque le camphre est fixé sur le bord de ce liquide; on voit alors ces corps légers se précipiter de tous côtés également sur la parcelle trépidante de camphre, et y recevoir également le mouvement de répulsion qui toujours a lieu dans un sens différent de celui dans lequel s'est opéré leur mouvement d'attraction, en sorte qu'en revenant sans cesse vers le camphre, duquel elles s'éloignent ensuite, elles décrivent des courbes fermées et ovoïdes qui sont extrêmement multipliées et qui paraissent s'entrecroiser dans tous les sens. J'ai observé aussi, dans ce cas, le mouvement de rotation des gros flocons situés à une très petite distance du camphre. J'ai mis de l'eau chargée de particules argileuses en suspension dans une soucoupe et à la hauteur de quelques millimètres, j'ai laissé les particules argileuses se précipiter au fond de l'eau; alors j'ai mis une parcelle de camphre à la surface de ce liquide devenu limpide. En l'observant avec une loupe, je voyais le sédiment argileux pulvérulent soulevé du fond de l'eau partout où se transportait la parcelle de camphre, et lorsque celle-ci restait à la même place en tournant sur elle-même, le sédiment argileux soulevé par son attraction tournait avec elle, formant ainsi une sorte de petite trombe conique dont la base était au fond du vase.

» **19.** A l'inspection de ces phénomènes personne ne doutera qu'ils ne soient dus à l'électricité : mais il est permis de se demander si ces mêmes phénomènes sont explicables par le moyen des faits connus dans la science. L'attraction et la répulsion des corps légers n'appartiennent qu'à l'électricité statique, encore n'opère-t-elle cet effet que dans l'air et point du tout dans l'eau. Des phénomènes de rotation sont produits dans plusieurs circonstances par l'électro-magnétisme; mais, dans les expériences dont il est ici question, les phénomènes de rotation ont lieu sans intervention du magnétisme. Je dois m'abstenir de prononcer sur cette question et je poursuis mes observations.

» **20.** Les actions d'attraction et de répulsion que le camphre exerce sur les corps légers flottants dans l'eau sont ici les indices que ces mêmes actions sont exercées sur l'eau elle-même; elles sont donc les causes principales des mouvements que présente le camphre; il attire et il repousse alternativement l'eau qui l'environne, il doit donc se mouvoir en même temps qu'elle et même plus qu'elle, puisqu'il est plus mobile. C'est de la

succession rapide et continuelle de ces deux actions opposées que résulte le mouvement de trépidation présenté par le camphre; son tournoiement doit être attribué, d'après mes observations, à ce que la parcelle de camphre tournoyante possède une pointe latérale par laquelle s'opère spécialement l'effluve électrique répulsif, ce qui, par réaction, fait tourner la parcelle de camphre sur elle-même, par le même mécanisme qui fait tourner un soleil pyrotechnique. Le mouvement brusque et saccadé, je dirais presque capricieux que la parcelle de camphre présente sur l'eau dans toutes sortes de directions est le résultat tantôt de la répulsion réciproque qui existe entre elle et l'eau, tantôt de leur attraction réciproque, selon la prédomination accidentelle de l'une ou de l'autre de ces deux actions. A cette cause de mouvement se joint l'effet de recul qui résulte de la répulsion que la parcelle de camphre exerce sur sa solution superficielle, ainsi que cela a été exposé plus haut. J'ai fait voir comment cette solution superficielle est repoussée par la parcelle de camphre, ainsi que toutes les solutions sont repoussées par les corps solubles desquels elles viennent d'émaner. Or, comme il est prouvé ici que la parcelle de camphre possède un état électrique source d'attractions et de répulsions, il ne doit plus paraître douteux que la répulsion qu'elle exerce sur sa solution superficielle ne soit due à l'électricité; c'est en outre cette électricité qui est la cause de la plus rapide évaporation du camphre lorsqu'il est placé sur l'eau que lorsqu'il est placé sur un autre corps, ainsi que l'avaient expérimenté Bénédict Prévost et Venturi. Cette électricité et les effets qui en dérivent s'observent de même au contact de tous les corps huileux, graisseux ou résineux avec l'eau, lorsque ces corps peuvent éprouver une solution soit *pénétrante*, soit *superficielle* dans ce liquide. Ainsi les parcelles de savon mises en contact avec de l'eau chargée de particules argileuses en suspension et placée sous le microscope, offrent exactement le même phénomène électrique et même avec bien plus d'intensité, car les effets d'attraction et de répulsion sur les particules argileuses s'étendent beaucoup plus loin dans l'intérieur de l'eau; le champ du plus faible microscope ne peut plus alors montrer dans toute leur étendue les tourbillons qui sont produits dans cette circonstance. Il est à remarquer que l'*afflux* rapide et concentrique de l'eau et des particules argileuses qu'elle tient en suspension vers la parcelle de savon commence à l'instant même du contact de cette dernière avec l'eau; le phénomène de répulsion succède au phénomène d'attraction et n'est ainsi que secondaire. J'ai observé ces mêmes phénomènes électriques d'attraction et de répulsion successives et formant ainsi des tourbillons dans l'eau, en mettant en con-

tact avec ce liquide des parcelles de liége imbibées d'huile essentielle de térébenthine ou d'alcool; mais ces phénomènes n'avaient qu'une durée très courte, en raison de la rapidité avec laquelle la solution était alors accomplie. Ainsi tous les corps huileux, ou plus généralement tous les corps combustibles susceptibles de s'unir à l'eau par dissolution *pénétrante* ou *superficielle* prennent, lors de leur contact avec l'eau, un état électrique qui est la cause de la répulsion qu'ils exerçent sur leur propre solution, laquelle possèderait ainsi la même életricité qu'eux. C'est en vertu de ce même état électrique que ces corps combustibles exercent sur l'eau et sur les particules solides qu'elle tient en suspension des attractions et des répulsions qui, par leur succession, forment des tourbillons.

» **21**. Il reste à savoir actuellement si les alcalis, les acides et les sels qui jouissent aussi de la propriété de se mouvoir sur l'eau, parce qu'ils repoussent leur solution, présentent aussi des tourbillons résultants d'attractions et de répulsions successives exercées sur l'eau environnante et sur les corps légers qu'elle tient en suspension. Comme les alcalis présentent à un bien plus haut degré que les acides et les sels la propriété de se mouvoir sur l'eau, ce sera sur eux que j'appuierai ici mes observations. J'ai déjà exposé plus haut l'expérience qui m'a fait voir qu'un petit fragment de soude caustique plongé, sous le microscope, dans de l'eau chargée de particules argileuses, présente le mouvement centrifuge de sa solution qui le fuit de toutes parts. J'avais fait cette expérience avec de l'eau de source. Or, lors de la solution de la soude dans cette eau, il se dégageait une assez grande quantité de bulles de gaz qui obéissaient, comme la solution, au mouvement centrifuge, et qui mettaient obstacle à la vision distincte de ce qui se passait autour du petit fragment de soude en train de se dissoudre. Pour éviter cet inconvénient, je fis usage d'eau privée d'air et d'acide carbonique par l'ébullition. J'y mis des parcelles argileuses pulvérulentes en suspension. Un petit fragment de soude caustique fut placé dans cette eau sous le microscope avec un grossissement de dix fois le diamètre. Alors je découvris, par le moyen de l'absence des bulles de gaz, un autre phénomène que celui du mouvement centrifuge de la solution, le seul que j'eusse aperçu précédemment. Je vis tout autour du petit fragment de soude des tourbillons indiqués par les mouvements alternatifs d'attraction et de répulsion des parcelles argileuses qui se mouvaient ainsi dans des courbes fermées, paraissant circulaires, et dont le diamètre n'excédait pas trois dixièmes de millimètre. C'était, mais environ trois fois plus en petit, le même phénomène que

celui qui m'avait été offert par le camphre placé à la surface de l'eau (**15**); ainsi les mouvements de progression que présente un alcali à la surface de l'eau, où il est tenu en suspension par des parcelles de liége, sont dus exactement aux mêmes causes que celles qui opèrent les mouvements du camphre, savoir, la répulsion exercée par le corps qui se dissout sur sa solution aqueuse, et les actions alternatives d'attraction et de répulsion exercées par ce même corps sur l'eau qui l'environne. On ne peut douter que les faibles mouvements que présentent certains acides et certains sels tenus en suspension à la surface de l'eau ne soient dus aux mêmes causes. J'en dirai autant des mouvements présentés, dans les mêmes circonstances, par les petits fragments d'opium, d'aloès succotrin, etc. Partout c'est l'acte de la solution qui donne naissance à des phénomènes électriques, lesquels se manifestent par des attractions et par des répulsions sur le liquide environnant, et dont l'effet réactif met en mouvement ces corps solubles lorsqu'ils sont flottants.

» **22**. Le vif mouvement de progression que présente le potassium en brûlant à la surface de l'eau est un phénomène dû, comme les précédents, à une action électrique, et non au rapide dégagement du gaz hydrogène, ainsi que cela est admis. Pour s'assurer de cette vérité, ce n'est pas le potassium pur qu'il faut soumettre ici à l'observation, sa combustion et ses effets sur l'eau sont trop rapides; il faut observer son alliage avec l'antimoine, fait d'après la méthode indiquée par Sérullas. Cet alliage, réduit en petits fragments, se meut avec rapidité soit lorsqu'il est flottant à la surface de l'eau, soit lorsqu'il est entièrement plongé dans ce liquide. Le potassium, ainsi allié à l'antimoine, ne décompose point l'eau avec une brusque rapidité, comme le fait le potassium pur; ici cette action est assez peu vive et dure assez long-temps pour qu'il soit possible d'en bien étudier les effets. J'ai placé sous le microscope et avec le faible grossissement de dix fois le diamètre, un petit fragment d'alliage de potassium et d'antimoine placé, sur une lame de verre, au bord d'une petite nappe d'eau qui tenait des particules argileuses en suspension. A l'instant du contact de ce fragment d'alliage avec l'eau, il s'est produit un dégagement de bulles de gaz hydrogène dirigé comme un *jet* rapide vers l'intérieur de la petite nappe d'eau. La direction de ce *jet* était toujours la même, quoique le fragment d'alliage s'agitât et se retournât en divers sens par un effet de recul ou de réaction. Arrivé à 5 ou 6 millimètres de distance du fragment d'alliage, le *jet* de gaz hydrogène disparaissait, parce que les petites bulles qui le composaient sortaient de l'eau et se répandaient dans l'air. Toute-

fois le *jet* lui-même ne discontinuait pas, il allait plus loin, formé seulement alors par l'eau rendue visible au moyen des particules argileuses qu'elle tenait en suspension. Bientôt ce *jet*, se divisant en deux parties, se recourbait vers la droite et vers la gauche, et je voyais les particules argileuses revenir, en accomplissant une révolution, vers le fragment d'alliage pour rentrer de nouveau dans le *jet* qui, ainsi, était évidemment à la fois composé d'eau et de bulles de gaz hydrogène. Mais la production de ce gaz cessa bientôt d'être aussi rapide et aussi abondante, ses bulles se dégagèrent lentement et ne quittèrent plus les bords du petit fragment d'alliage. Cependant le *jet* continua d'avoir lieu, n'étant plus indiqué que par le mouvement des particules argileuses qui ensuite revenaient en se partageant vers la droite et vers la gauche auprès du fragment d'alliage, en formant ainsi deux tourbillons. Il y avait donc évidemment ici des actions alternatives de répulsion et d'attraction de l'eau, ainsi que cela vient d'être observé lors du contact des corps huileux ou résineux avec l'eau, et il n'y a pas de doute que ces actions ne soient de même électriques. Le *jet* dont il vient d'être question est le résultat de la répulsion qui, très vive au commencement, agit à la fois sur l'eau ou plutôt sur la solution de potasse dans l'eau et sur les bulles de gaz hydrogène, lequel se dégage alors avec abondance. Ce gaz venant ensuite à se dégager lentement et la répulsion devenant moins vive, elle n'agit plus que sur l'eau ou sur la solution de potasse, solution dont le mouvement est rendu visible par les particules d'argile qu'elle tient en suspension. Quoiqu'il n'y ait plus alors de *jet* de bulles de gaz hydrogène, le fragment d'alliage ne discontinue pas de s'agiter par un effet de recul ou de réaction; ce n'est donc point l'effluve de ce gaz hydrogène qui est la cause de cet effet de recul, ainsi que l'a admis Sérullas; ce gaz obéit comme l'eau à une répulsion électrique, et c'est cette répulsion qui est la seule cause de l'effet de recul. Sérullas a pris ici l'effet pour la cause.

» **23**. Je ferai ici une remarque importante à prendre en considération. Lors du contact du camphre ou des corps huileux avec l'eau, l'attraction électrique est le phénomène primordial, la répulsion est le phénomène secondaire, tandis que c'est l'inverse qui a lieu lors du contact de l'alliage de potassium et d'antimoine avec l'eau. Ainsi, une parcelle de camphre étant placée, sous le microscope, au bord d'une petite nappe d'eau placée sur une lame de verre et tenant des particules d'argile en suspension, on voit, à l'instant du contact, l'eau chargée de particules argileuses se précipiter, par l'effet de l'attraction vers le

milieu de la parcelle de camphre, et là, se diviser en deux courants, l'un droit et l'autre gauche, qui reçoivent l'action répulsive et s'éloignent en accomplissant chacun une révolution pour revenir se joindre dans le courant unique et médian dû à l'attraction. Or une parcelle d'alliage de potassium et d'antimoine étant placée de même dans cette expérience, c'est un effet inverse qui a lieu. On voit, à l'instant du contact, l'eau ou plutôt la solution alcaline chargée de particules argileuses et mêlée avec des bulles de gaz hydrogène, s'élancer du milieu de la parcelle d'alliage par l'effet de la répulsion, et se diviser ensuite en deux courants, l'un droit et l'autre gauche qui, obéissant alors à l'attraction, reviennent vers la parcelle d'alliage en accomplissant ainsi une révolution, pour se réunir de nouveau au courant unique et médian dû à l'action répulsive. Ainsi lors du contact de l'eau et des corps combustibles huileux ou résineux susceptibles de s'unir à ce liquide, on observe un *afflux* par attraction de l'eau comme phénomène primordial; la répulsion subséquente de ce liquide est le phénomène secondaire. Lors du contact de l'eau et du potassium, qui est un corps combustible d'un autre genre, c'est la répulsion de l'eau qui est le phénomène primordial, son attraction subséquente est le phénomène secondaire. Or ce n'est pas le potassium qui se dissout dans l'eau, c'est la potasse qui se forme par la combinaison de l'oxigène de l'eau avec le potassium. Ainsi, c'est à la solution de la potasse qu'il faut attribuer les phénomènes électriques qui se manifestent dans le contact de l'alliage de potassium et d'antimoine avec l'eau. On a vu plus haut (11) que ces phénomènes électriques se manifestent de même, mais d'une manière moins apparente, lors de la solution immédiate d'un alcali caustique dans l'eau. Les mouvements spontanés que manifestent, d'une manière plus ou moins apparente, tous les autres corps solubles dans l'eau lorsqu'on les tient artificiellement flottants à la surface de ce liquide, prouvent qu'ils développent également, dans cette circonstance, une électricité qui est la cause de ces mouvements spontanés. Je désignerai ces phénomènes d'électricité motrice dus à l'acte de la solution sous le nom de *phénomènes diluo-électriques*. Or il résulte des observations qui viennent d'être rapportées que deux phénomènes *diluo-électriques* différents jusqu'à un certain point, puisqu'ils offrent deux rotations en sens inverses, sont produits par la solution des corps combustibles dans l'eau et par la solution dans ce même liquide des corps non combustibles. On sentira donc la nécessité de distinguer ici les deux ordres de phénomènes *diluo-électriques*. Comme je n'aurai point à m'occuper dans ce Mémoire des phénomènes *diluo-électriques* pro-

duits par la solution des corps non combustibles dans l'eau, je n'ai pas besoin de leur imposer un nom particulier. Ce sera des phénomènes *diluo-électriques* produits par la solution *pénétrante* ou *superficielle* des corps combustibles dans l'eau, que je m'occuperai exclusivement, et je les désignerai sous le nom spécial de phénomènes *camphoro-électriques;* et cela parce que c'est le camphre qui a le premier présenté ces phénomènes à l'observation, et que c'est lui qui, sous ce point de vue, est en quelque sorte le type de tous les corps qui sont susceptibles de présenter ces mêmes phénomènes. Aussi donnerai-je à tous ces corps combustibles, considérés sous le point de vue des phénomènes électriques spéciaux qu'ils sont susceptibles de produire le nom général de *corps camphoroïdes*.

» **24**. J'ai fait observer plus haut (**10**) que l'un des caractères du mouvement des corps camphoroïdes sur l'eau était la brusquerie des accélérations accidentelles et intermittentes de ce mouvement qui offre de temps en temps de vives saccades. En observant au microscope le mouvement des particules argileuses en suspension dans l'eau, laquelle était en contact avec une parcelle de savon, j'ai vu qu'au moment de ces brusques saccades les particules argileuses et par conséquent l'eau qui les tenait en suspension, éprouvaient subitement une impétueuse répulsion. On ne peut donc douter que ces brusques saccades ne proviennent d'une décharge subite d'électricité dans le mode propre à opérer la répulsion de l'eau, d'où il suit que la parcelle de savon se meut brusquement en sens opposé par un effet de recul.

» **25**. Ce n'est pas seulement à la surface de l'eau que les *corps camphoroïdes* peuvent se mouvoir; leur mouvement s'observe de même, dans certains cas, au milieu de l'eau. Ainsi l'alcool qui imbibe des parcelles de liége donne un mouvement très vif à ces parcelles placées à la surface de l'eau; or, lorsque ce même liquide imbibe des petits fragments de matières organiques que leur pesanteur spécifique fait pénétrer dans l'intérieur de l'eau, il y donne un très vif mouvement de progression à ces petits fragments, et ce mouvement s'opère, comme à l'ordinaire, par saccades busques. Il est à remarquer que cette électricité née du contact et de la solution réciproque de l'alcool et de l'eau ne se manifeste, comme cause motrice, que dans l'alcool et point du tout dans l'eau. Ainsi des petites parcelles de substances organiques imbibées d'eau ne se meuvent point du tout spontanément lorsqu'on les met dans l'alcool.

» **26**. Les phénomènes *diluo-électriques,* dont les phénomènes *camphoro-électriques* forment une division, semblent tenir le milieu entre les phé-

nomènes de l'électricité statique et ceux de l'électricité dynamique. Ils appartiennent à cette dernière par leur origine, qui se prend dans une réaction chimique; ils offrent, comme la première, l'attraction et la répulsion successives des corps qui environnent le corps électrisé, ce que n'opère point l'électricité dynamique. Cette électricité formerait-elle un mode à part? Je m'abstiens d'émettre aucune opinion à cet égard. Toutefois de nombreuses expériences vont faire voir que cette électricité possède des propriétés tout-à-fait spéciales, et qui paraissent étrangères à l'électricité statique comme à l'électricité dynamique. Ces propriétés sont en rapport, 1° avec la nature matérielle du vase qui contient le liquide sur lequel se meut le camphre, ou plus généralement le *corps camphoroïde,* et avec certains états physiques dans lesquels ce vase peut se trouver; 2° avec la nature chimique des liquides aqueux sur lesquels les *corps camphoroïdes* sont susceptibles de se mouvoir, et avec certains états physiques de ces mêmes liquides. Il s'en faut de beaucoup que j'aie parcouru dans son entier le vaste champ de recherches qu'embrasse le nouvel ordre de faits que j'ai à faire connaître: je n'ai fait, à cet égard, qu'ouvrir la voie. Le camphre a spécialement et presque exclusivement servi à mes expériences; je n'en ai fait qu'un très petit nombre avec le savon, qui est un *corps camphoroïde.* Les liquides aqueux dont j'ai fait usage ont été, outre l'eau pure, diverses solutions alcalines, acides, ou salines. Les vases de verre sont ceux dont j'ai fait spécialement usage; cependant j'ai fait un assez grand nombre d'expériences en employant des vases métalliques, des vases de terre cuite, de bois naturel ou verni, de cire, etc. J'exposerai successivement ces diverses expériences dont j'ai déposé les principaux résultats dans un paquet sous enveloppe cachetée, duquel l'Académie a accepté le dépôt dans la séance du 1^er^ novembre dernier. »

PHYSIQUE. — *Remarques de* M. **Becquerel** *sur une Note communiquée à l'Académie par M. Jacobi, et ayant pour titre:* « Sur les forces comparatives de différents éléments voltaïques. »

« M. Jacobi a communiqué à l'Académie, par l'intermédiaire de M. Demidoff, une Note relative à la comparaison de la force de deux différents couples voltaïques à cloison, l'un, cuivre-zinc, chargé de sulfate de cuivre et d'acide sulfurique étendu de six parties d'eau en volume; l'autre, platine-zinc chargé d'acide nitrique concentré et du même acide sulfurique étendu. Ce physicien a conclu de l'expérience et du calcul qu'il ne faut

qu'une pile de 6 pieds carrés de platine, pour remplacer une pile de 100 pieds carrés de cuivre.

» On pourrait croire, d'après cette conclusion que, dans les piles, en général, le platine ait une grande supériorité sur le cuivre, pour transmettre une plus grande quantité d'électricité. Mais cette supériorité d'effets ne tient, dans le cas présent, qu'à une condition dont M. Jacobi n'a point parlé, et qui exerce cependant une grande influence sur l'action de la pile, action que les expérimentateurs négligent quelquefois.

» Lorsque les deux métaux dont se compose un couple voltaïque, plongent, chacun dans un liquide différent, les deux liquides étant séparés par une membrane, l'intensité du courant dépend non-seulement de celle de l'action chimique d'un des deux liquides sur le métal oxydable, mais encore de l'action chimique des deux dissolutions l'une sur l'autre; cette dernière, dans certains cas, pouvant l'emporter sur l'autre. Or, dans la condition où M. Jacobi a opéré, la réaction de l'acide nitrique concentré sur l'eau acidulée par l'acide sulfurique, donne naissance à un courant électrique beaucoup plus considérable que celui résultant de la réaction de la dissolution de sulfate de cuivre sur la même eau acidulée; en outre, l'acide nitrique étant décomposé par l'action réunie des deux courants, il en résulte une augmentation dans l'effet général par suite d'une plus grande quantité de zinc oxidé. A ces diverses causes sont dus les effets signalés par M. Jacobi, effets qu'on aurait obtenus en substituant au platine un autre métal de même surface et non attaquable par l'acide nitrique.

» J'ai cru devoir présenter ces observations, qui, d'ailleurs, ne sont pas nouvelles, pour que les expérimentateurs ne soient pas induits en erreur sur la cause des effets obtenus par M. Jacobi. »

M. Ch. Dupin fait hommage à l'Académie d'un opuscule ayant pour titre : *Bien-être et concorde des différentes classes du peuple français.*

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Nouvelles recherches anatomiques sur le nautile flambé* (Nautilus pompilius); *par* M. Valenciennes.

(Commissaires, MM. Serres, Audouin, Milne Edwards.)

La lecture de ce Mémoire n'a pu être terminée, et sera continuée dans une prochaine séance.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANATOMIE. — *Nouveau procédé pour l'investigation de la structure intime des organes; par* M. Ofterdinger.

(Commissaires, MM. Serres, Flourens, Breschet.)

M. Cabillet adresse la deuxième et la troisième partie de ses Recherches sur un *nouveau système d'écriture musicale.*

(Commission précédemment nommée.)

M. Rosetta adresse, de Vercelli, une *Note sur une machine hydraulique destinée aux irrigations.*

(Commissaires, MM. Coriolis, Séguier.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet ampliation de l'ordonnance royale qui confirme la nomination de M. *Duhamel* à la place vacante, dans la section de Physique, par suite du décès de M. Poisson.

M. le Président invite M. Duhamel, présent à la séance, à prendre place parmi ses confrères.

M. le Ministre de la Marine accuse réception du Rapport fait à l'Académie sur les procédés de M. Boucherie, relatifs à la conservation des bois.

« Les résultats des belles expériences de M. *Boucherie* peuvent, dit M. le Ministre, avoir une importance très grande pour le département de la Marine; je désire voir bientôt s'en réaliser les avantages, par de nombreuses applications aux bois destinés au service des constructions navales, et je ne manquerai pas de provoquer des propositions de la part de M. Boucherie. »

M. le Ministre de l'Intérieur transmet à l'Académie un prospectus qui lui a été envoyé par M. le Ministre des Affaires étrangères, et qui est relatif à un monument qu'on projette d'élever à *Copernic,* dans la ville de Thorn, patrie de ce grand homme.

M. **Arago** annonce qu'il a reçu ce matin la visite de M. *Daguerre*, et que cet ingénieux artiste lui a fait part d'une découverte vraiment inespérée. A l'aide de procédés entièrement nouveaux et qui seront communiqués à l'Académie dès que, par la facilité des manipulations, tout le public pourra en profiter, M. Daguerre obtient des images photogéniques dans un temps très court : en *une* ou *deux* secondes, par exemple; peut-être même beaucoup plus promptement encore, car il y a, sur ce point, quelques expériences à faire et à répéter. Le nouveau procédé permettra de copier des objets mobiles, tels que les arbres agités par le vent, les eaux courantes, la mer pendant la tempête, un navire à la voile, les nuages, une foule agitée et en marche. Chacun devine aussi combien il deviendra maintenant facile de faire des portraits.

M. Arago dit vouloir s'abstenir de tout détail qui pourrait mettre sur la voie de la nouvelle méthode. Il faut, ajoute-t-il, laisser à M. Daguerre lui-même le choix du moment où il conviendra de la rendre publique.

Sur la demande d'un membre, M. Arago déclare que M. Daguerre lui a communiqué sans réserve tous les détails de sa découverte; mais cet artiste qui, en ce moment, transporte ses meubles et tous ses instruments à la campagne qu'il va habiter, n'a pu lui montrer aucun des nouveaux produits.

CHIMIE. — *Recherches sur l'action des peroxides alcalins sur les oxides métalliques.* — Lettre de M. **Ed. Fremy** à M. *Pelouze.*

« L'analogie évidente qui existe entre le fer et le manganèse doit faire supposer que l'on produira un jour, avec le fer, tous les composés qui ont été obtenus avec le manganèse.

» C'est pour cette raison que j'ai pensé qu'il serait possible de former des sels dans lesquels un composé oxigéné du fer jouerait le rôle électro-négatif, et qui correspondraient ainsi aux combinaisons des acides manganique et permanganique avec les bases.

» Les faits que je vais faire connaître démontrent, je crois, d'une manière positive, que le fer peut donner naissance à des corps qui se produisent dans les mêmes circonstances que les manganates, et qui présentent une analogie frappante avec cette dernière classe de sels.

» Quand on chauffe pendant quelques temps à une température d'un rouge vif un mélange de potasse et de peroxide de fer, on obtient une masse brune qui, reprise par l'eau, donne une dissolution d'un très beau rouge-violet, et qui possède des caractères que j'indiquerai plus loin.

» Ce composé peut être préparé plus facilement et en quelques minutes en calcinant, à une très haute température, un mélange de nitre, de potasse et de peroxide de fer; ou bien encore un mélange de peroxide de potassium et de peroxide de fer.

» J'ai pu reproduire ce corps par voie humide en faisant passer un courant de chlore dans de la potasse très concentrée, tenant en suspension de l'hydrate de peroxide de fer.

» Ce composé, obtenu par ces différents procédés, est d'un beau violet; il est très soluble dans l'eau; une grande quantité d'eau le décompose à la longue : il devient insoluble dans de l'eau très alcaline en formant alors un précipité brun, qui se dissout très bien dans l'eau pure et donne une dissolution d'une belle coloration pourpre. Il paraît beaucoup moins stable que le manganate de potasse. Dans certaines circonstances il se décompose à la température ordinaire en peroxide de fer qui se précipite, en oxigène pur qui se dégage et en potasse qui devient libre; la liqueur se décolore dans ce cas complétement. Une température de 100° lui fait éprouver une décomposition semblable, mais qui est instantanée.

» Toutes les matières organiques le décomposent, il est par conséquent impossible de filtrer sa dissolution.

» Tels sont les différents faits que j'ai constatés, et qui tendent à faire admettre l'existence d'un corps plus oxigéné que le peroxide de fer. Il m'a été impossible, jusqu'à présent, d'isoler ce composé; car lorsqu'on vient à traiter la dissolution rouge par un acide, quand la potasse est saturée, il se fait un dégagement d'oxigène et une précipitation de peroxide de fer. Si l'acide est en excès, il dissout le peroxide et forme un sel de peroxide de fer.

» Dans le Mémoire que j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie, je me propose de donner l'analyse de ces nouveaux composés, qui se trouvera fondée sur la décomposition complète qu'ils éprouvent sous l'influence d'une température de 100°, et qui permet de doser l'oxigène dégagé et le peroxide de fer précipité.

» Je discuterai les différentes manières d'envisager leur composition, en examinant si l'on peut admettre dans ces corps l'existence des peroxides alcalins. Je ferai connaître aussi les résultats que j'ai obtenus en plaçant les autres oxides métalliques dans les mêmes circonstances.

» Comme les corps qui font l'objet de mes recherches sont d'une préparation délicate, et que leur étude doit être nécessairement longue, j'ai cru devoir, pour prendre date, annoncer dès aujourd'hui les premiers résultats que j'ai obtenus. »

Sur l'explosion qui a eu lieu à l'École centrale de Pharmacie. — Extrait d'une lettre de M. **Thilorier** à M. *Dumas.*

« Un déplorable accident qui a eu lieu mercredi dernier au laboratoire de chimie de l'École de Pharmacie, vient de coûter la vie à un digne et intéressant jeune homme, M. Hervy, préparateur du cours de l'École. En préparant de l'acide carbonique liquide par le procédé et dans l'appareil de M. Thilorier, cet appareil a fait explosion et a produit les plus affreux ravages dans le laboratoire.

» M. Thilorier a pensé qu'il était de son devoir d'informer l'Académie et le public de ce malheur.

» Dans mon opinion personnelle, ces expériences ne peuvent plus être exécutées en public, avec les appareils maintenant en usage. Les personnes qui voudront les répéter en particulier devront employer des précautions nouvelles. Il est facile de se convaincre qu'au moment de la préparation de l'acide carbonique liquide, la pression intérieure s'élève dans l'appareil à bien plus de cent atmosphères. Il faut, par conséquent, que des mécaniciens éclairés et habiles nous fournissent des appareils dont la résistance puisse aller au moins à deux cents atmosphères, et qui soient formés d'un métal tel que le bronze ou le fer forgé, moins sujet que la fonte à ces explosions brusques dont rien n'avertit à l'avance et qui s'observent dans les canons de la marine. »

M. **Laignel** adresse un fragment d'un *pain,* cuit à la manière ordinaire, et qui a été ensuite *soumis à l'action d'une presse hydraulique.*

« Immédiatement après avoir subi cette opération, le pain, dit M. Laignel, se trouva extrêmement desséché et endurci, et, dans les huit mois qui se sont écoulés depuis cette époque, il a perdu encore beaucoup de son eau et est devenu dur comme une pierre. Dans son nouvel état, il paraît très propre à se conserver pendant un long espace de temps, car il ne s'amollit que très difficilement dans l'eau. Mais pour en faire usage, il est nécessaire de le broyer préalablement de manière à l'amener à une sorte d'état arénacé semblable à celui de la semoule.

» D'autres substances alimentaires, ajoute M. Laignel, peuvent être également conservées si on les dessèche au moyen de la presse hydraulique ; mais lorsque la partie liquide dont on les dépouille par cette opération, au lieu d'être simplement de l'eau, comme dans le cas du pain, est une partie sapide, on peut la recueillir et la conserver, ainsi que je le ferai voir dans une prochaine communication. »

M. Miergues adresse une Note relative aux *propriétés thérapeutiques* de certaines *plantes* qui croissent spontanément dans nos campagnes et dont, suivant lui, on pourrait tirer souvent un parti avantageux dans la médecine rurale.

M. Danger écrit relativement à un phénomène qu'il regarde à tort comme étant nouveau pour les physiciens : il s'agit du *son fluté que rend, en se refroidissant, une boule de verre soufflée à la lampe.*

M. Castera adresse une Notice sur les avantages que présentent, dans certains cas, l'usage de *maisons en fer* telles que celle qui se fabrique à la fonderie royale de Liége, et qui est destinée au dépôt des archives de cet établissement.

M. Mége annonce qu'il est chargé, par l'auteur d'un *Mémoire sur la voix des mammifères*, de reprendre ce travail qui avait été adressé pour un concours dans lequel le prix n'est pas encore décerné.

Cette lettre donne lieu à une dscussion à la suite de laquelle la demande est renvoyée à l'examen de la Commission nommée pour ce concours.

M. Tabarié adresse deux paquets cachetés portant pour suscription, l'un : *Nouvelles indications sur un mode de fabrication économique de l'oxigène pur;* l'autre : *Sur de nouvelles applications pneumatiques.*

Le dépôt de ces deux paquets est accepté.

A 4 heures ½ l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures. F.

ERRATA.

(Séance du 28 décembre 1840.)

Tome XI, page 1041, Placez, en tête de la page, le titre MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2^e^ semestre 1840, n° 26, in-4°.

Annales des Sciences naturelles; tome 14, septembre 1840, in-8°.

Bien-être et Concorde des classes du Peuple français; par M. le baron CH. DUPIN; 1840, in-16.

Mémoire sur les inégalités séculaires des éléments des Planètes; par M. BINET; in-4°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; tome 27, décembre 1840, in-8°.

Annales de l'Agriculture française; n° 13, janvier 1841, in-8°.

Annuaire magnétique et météorologique du corps des Ingénieurs des Mines de Russie; Saint-Pétersbourg, 1838, in-4°.

On the principles.... *Sur les principes du Son, leur application dans la construction des édifices publics, et particulièrement dans celle des nouveaux bâtiments du parlement, et assimilation avec le mécanisme de l'oreille humaine; par* M. A.-W. WEBSTER; Londres, 1840, in-8°.

System de.... *Système de Ptérylographie, ouvrage posthume de* M. C.-L. NITZSCH; *publié par* M. H. BURMEISTER, professeur de zoologie à l'Université de Halle; Halle, 1840, in-4°. (M. de Blainville est prié de rendre un compte verbal de cet ouvrage.)

Aufruf... *Appel au public pour contribuer à l'érection, dans la ville de Thorn, d'un monument à la mémoire de* COPERNIC; ½ feuille in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome 9, n° 1^er^, in-4°.

Gazette des Hôpitaux; tome 2, n° 150—153, et tome 3, n° 1^er^, in-fol.

L'Expérience, journal; 4^e^ année, n° 183, in-8°.

La France industrielle; 7^e^ année, 31 décembre 1840, in-fol.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — DÉCEMBRE 1840.

Jours du mois.	9 heures du matin.			Midi.			3 heures du soir.			9 heures du soir.			Thermomètre.		État du ciel à midi.	Vents à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Maxim.	Minim.		
1	759,95	+ 1,2		759,61	+ 5,8		759,45	+ 7,2		760,00	+ 3,5		+ 7,3	— 0,3	Beau	E. N. E.
2	760,48	+ 4,0		760,74	+ 5,2		761,16	+ 7,7		764,06	+ 6,0		+ 7,7	+ 2,0	Brouillard épais	S. E.
3	768,01	+ 3,6		768,52	+ 5,4		768,35	+ 5,9		769,86	+ 4,9		+ 5,9	+ 3,0	Éclaircies	N. N. E.
4	769,21	+ 2,9		768,48	+ 4,6		767,23	+ 5,2		767,53	+ 2,2		+ 5,2	+ 1,7	Beau	N. E.
5	766,15	+ 0,2		765,04	+ 2,6		763,86	+ 3,3		763,54	+ 0,6		+ 3,4	— 1,3	Beau	N. N. E.
6	761,75	— 3,6		761,10	— 2,6		760,42	— 2,5		759,78	— 2,2		— 2,4	— 4,3	Brouillard épais	N. N. E.
7	757,08	— 2,0		755,49	— 1,8		752,81	— 1,7		749,66	— 2,0		— 1,7	— 2,5	Couvert	E. S. E.
8	743,43	— 1,4		742,39	+ 3,2		742,60	+ 5,0		744,73	+ 3,3		+ 5,0	— 4,5	Éclaircies	S. E.
9	752,54	— 0,3		754,21	+ 0,9		755,78	+ 1,1		758,48	— 1,0		+ 1,6	— 0,8	Brouillard épais	S.
10	759,71	— 1,4		758,39	— 0,4		757,71	0,0		756,13	+ 0,2		+ 0,2	— 2,5	Couvert	E. S. E.
11	754,21	+ 0,9		753,86	+ 1,8		753,47	+ 1,9		754,18	+ 2,0		+ 2,3	— 0,8	Couvert	E. S. E.
12	758,22	+ 1,7		758,68	+ 2,7		759,58	+ 2,5		761,53	+ 1,1		+ 2,7	— 1,0	Couvert	E. N. E.
13	762,16	— 2,1		762,20	— 2,4		761,84	— 2,4		761,30	— 2,5		— 2,1	— 2,5	Couvert	N. E.
14	760,26	— 6,6		759,73	— 5,2		758,89	— 4,6		759,60	— 6,3		— 4,8	— 7,1	Très nuageux	E. N. E.
15	761,59	— 8,7		761,05	— 7,1		760,53	— 7,5		761,77	— 9,5		— 6,8	— 9,6	Neige	N. E.
16	760,68	—10,1		759,72	— 7,3		758,24	— 6,3		756,50	— 8,0		— 6,3	—11,4	Légers nuages	E. N. E.
17	753,29	—12,8		751,92	—11,0		750,99	—10,8		750,65	—11,6		—10,3	—13,2	Beau	E.
18	744,80	— 6,4		744,28	— 4,2		744,67	— 3,9		746,77	— 9,5		— 3,7	—11,9	Neige abondante	E.
19	743,31	— 1,6		742,74	0,0		742,03	+ 1,3		744,28	+ 1,3		+ 2,0	—10,0	Brouillard	E. N. E.
20	749,22	— 1,5		750,85	— 1,3		752,12	— 2,2		755,51	— 2,4		— 1,2	— 2,6	Couvert	N. E.
21	759,92	— 1,3		760,19	+ 0,1		760,11	+ 0,6		761,89	— 0,2		+ 0,6	— 3,5	Couvert	N. E.
22	764,21	— 1,4		763,83	+ 0,7		763,41	+ 0,8		762,97	— 2,1		+ 1,4	— 2,2	Beau	E.
23	760,29	— 5,8		759,19	— 3,8		758,12	— 2,5		757,59	— 5,0		— 2,5	— 6,1	Vaporeux	E. N. E.
24	759,05	— 8,2		759,18	— 4,6		759,62	— 3,0		761,83	— 7,4		— 2,7	— 8,7	Beau	O.
25	765,80	— 9,2		766,38	— 6,6		766,62	— 3,2		769,07	— 6,3		— 3,2	—10,8	Beau	N. E.
26	772,13	— 6,2		772,74	— 1,7		772,47	— 1,0		773,56	— 7,1		— 0,7	— 9,0	Couvert	O. S. O.
27	773,86	— 3,9		773,26	— 2,7		772,20	— 1,8		771,36	— 4,0		— 1,6	— 6,2	Beau	N. E.
28	768,02	— 5,2		767,48	— 4,6		766,79	— 4,3		766,00	— 5,5		— 2,3	— 9,5	Nuageux	N. E.
29	765,23	— 7,7		764,75	— 2,3		763,88	— 0,8		764,11	0,0		+ 0,2	— 0,3	Beau	S. S. E.
30	766,62	+ 1,9		766,70	+ 2,0		760,00	[illegible]		765,58	[illegible]		+ 1,9	— 0,4	Brouillard	N.
31	758,61	+ 1,2		756,83	+ 2,2		756,37	+ 2,9		758,46	+ 3,1		+ 3,7	— 0,9	Couvert	S. O.
1	759,83	+ 0,3		759,39	+ 2,3		758,94	+ 3,1		759,38	+ 1,6		+ 3,2	— 0,9	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.
2	754,77	— 4,7		754,50	— 3,4		754,24	— 3,2		755,21	— 4,5		— 2,8	— 7,0	... Moy. du 11 au 20	Cour. ,
3	764,84	— 4,2		764,59	— 1,9		764,22	— 1,0		764,77	— 3,1		— 0,4	— 6,1	... Moy. du 21 au 31	Terr. ,
	759,98	— 2,9		759,66	— 1,0		759,22	+ 0,4		759,94	+ 2,1		0,0	— 4,7	.... Moyennes du mois....	— 2,3

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JANVIER 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Recherches sur la cause des mouvements que présente le camphre placé à la surface de l'eau, et sur la cause de la circulation chez le Chara; par* M. DUTROCHET. (Deuxième partie.)

« **27**. J'ai fait voir, dans la première partie de ce Mémoire, quelles sont les *causes efficientes* du mouvement du camphre placé à la surface de l'eau; je vais rechercher dans cette seconde partie, quelles sont les *causes prédisposantes* de ce même mouvement, et je ferai voir en même temps comment ce phénomène se lie à celui du mouvement circulatoire chez le chara. La question des *causes prédisposantes* dont il s'agit ici est entièrement neuve; les physiciens n'ont même pas soupçonné l'existence de ces causes.

» **28**. Lorsqu'on met une parcelle de camphre sur de l'eau placée dans un vase large et de peu de profondeur, tel qu'une soucoupe ou une assiette, le mouvement de cette substance ne manque jamais de se manifester. Il n'en est pas de même lorsqu'on emploie, pour cette expérience, des

vases dont la profondeur est égale ou supérieure à la largeur et qu'on les remplit d'eau : alors on observe des anomalies très surprenantes. Dans ces vases remplis d'eau, une parcelle de camphre, placée à la surface de ce liquide, tantôt se meut et tantôt demeure complétement immobile. Le même vase (et je ne me sers ici que de vases de verre ou de porcelaine) étant employé à des expériences successives de ce genre, étant rempli de la même eau et par la même température, on observe ces anomalies qui ne se présentent jamais lorsque le vase est large et peu profond. Ce premier fait me fit soupçonner que la profondeur variable de l'eau influait sur ce phénomène; je fis des expériences pour m'en assurer. Je commence par faire observer que dans toutes mes expériences, j'ai eu soin que les vases et l'eau, ou les liquides aqueux que je devais y mettre, eussent la même température. Pour cela je faisais séjourner les uns et les autres dans mon cabinet pendant un temps suffisamment long pour que le tout prît également la température qui y régnait.

» **29.** Je mis une parcelle de camphre sur la surface de l'eau qui remplissait un verre à boire cylindrique de 70^{mm} de diamètre et de 75^{mm} de profondeur. Cette parcelle de camphre demeura complétement immobile. J'ôtai un peu d'eau du vase, en l'inclinant; le camphre continua à demeurer immobile. Je fis une seconde soustraction d'eau, qui réduisit celle-ci à une profondeur de 50^{mm}, alors le camphre commença à se mouvoir. Je remplis de nouveau le vase, et le mouvement du camphre s'arrêta. Je vidai le vase à moitié et le mouvement du camphre se manifesta. Je remplis encore le vase, mais le mouvement du camphre ne fut plus interrompu. Je recommençai plusieurs fois ces expériences et le fait de la suspension du mouvement du camphre ne se reproduisit plus quoique le vase fût rempli. Il y avait là une cause phénoménale inaperçue; je m'appliquai à sa recherche, et à force de tentatives je parvins à la découvrir. Lorsque le vase cylindrique, dont j'ai donné ci-dessus les dimensions, était rempli d'eau versée brusquement et avec collision de l'eau sur elle-même, le camphre se mouvait à la surface de ce liquide; mais lorsque l'eau était versée avec ménagement et de manière à ce qu'elle n'éprouvât point, ou presque point de collision, le camphre demeurait immobile. Alors pour diminuer autant que possible la collision de l'eau, j'imaginai de la faire couler dans le vase au moyen d'un entonnoir dont le bec effilé plongeait dans cette eau, laquelle s'élevait ainsi lentement dans le vase sans choc, sans éprouver de collision. Au moyen de cette précaution l'expérience réussit constamment: toujours le camphre demeura immobile à la surface de l'eau

qui remplissait le vase cylindrique de verre, dont la profondeur était de 75^{mm} et la largeur de 70^{mm}. Je voulus savoir alors à quelle profondeur il fallait réduire l'eau contenue dans ce vase pour voir renaître le mouvement du camphre. Je soutirai lentement l'eau avec une pipette; le mouvement du camphre commença à se manifester lorsque la profondeur de l'eau se trouva réduite à 60^{mm}; mais ce mouvement ne tarda pas à s'arrêter. Je soutirai encore de l'eau jusqu'à ce que le mouvement du camphre recommençât à se manifester, ce qui arriva lorsque la profondeur de l'eau se trouva réduite à 55^{mm}; ce mouvement ne tarda pas encore à s'arrêter. Je soutirai de nouveau de l'eau avec la pipette jusqu'à ce que le camphre eût repris du mouvement, ce qui arriva d'une manière brusque, lorsque la profondeur de l'eau se trouva réduite à 50^{mm}. Dès-lors le mouvement du camphre ne s'arrêta plus. Je répétai un grand nombre de fois ces expériences en employant d'autres verres à boire cylindriques; et j'obtins constamment des résultats analogues, c'est-à-dire abolition du mouvement du camphre lorsqu'ils étaient remplis d'eau versée sans collision, établissement simplement momentané de ce mouvement lorsque la réduction de la profondeur de l'eau, opérée avec une pipette, n'était pas portée jusqu'à un point déterminé, et enfin établissement définitif et constant de ce même mouvement lorsque ce point déterminé de la profondeur de l'eau était atteint. J'ai employé à ces expériences beaucoup d'autres vases de verre ou de porcelaine soit cylindriques, soit évasés en cône tronqué, et constamment j'ai obtenu les mêmes résultats, en mettant en usage les mêmes précautions et cela par des températures qui ont varié de $+2^{\circ}$ à $+17^{\circ}$ cent. Dans ces expériences, je ne me suis pas borné à l'emploi de petits vases de verre; j'ai fait usage de bocaux cylindriques d'assez grandes dimensions; l'un de ces bocaux avait 120^{mm} de diamètre. L'eau versée dans ce bocal, sans éprouver de collision et à l'aide de l'entonnoir à bec effilé, ainsi que je l'ai indiqué plus haut, présenta le mouvement du camphre jusqu'à ce que sa profondeur eût dépassé 85^{mm}; alors le camphre demeura immobile à la surface de l'eau. Il est résulté de la comparaison que j'ai faite de beaucoup d'expériences entre elles que, dans les vases de verre cylindriques, le mouvement du camphre, à la surface de l'eau versée sans collision, s'arrête avant que la hauteur de ce liquide soit devenue égale au diamètre du vase. Dans le plus grand nombre des expériences j'ai vu que le diamètre du vase étant 7, la plus grande profondeur de l'eau à laquelle s'observait la continuation du mouvement du camphre était 5 : mais ce rapport n'est ni général, ni constant; il offre certaines variations. Lorsque l'eau est versée

avec collision de ce liquide sur lui-même, le mouvement du camphre à sa surface a toujours lieu à quelque hauteur que ce liquide soit porté dans un vase.

» **30**. Il résulte de ces expériences qu'il existe, pour chaque vase, une certaine profondeur d'eau à laquelle le mouvement du camphre cesse d'exister, et que cette profondeur, qui n'est point absolue, est dans un certain rapport avec le diamètre du vase. Cette première observation m'a déterminé à faire réduire la profondeur des vases que j'employais le plus souvent pour mes expériences, au-dessous de la limite à laquelle s'arrête le mouvement du camphre placé sur l'eau. J'éliminais de cette manière l'une des causes connues de l'abolition de ce mouvement, ce qui me mettait à même d'en observer d'autres si, par hasard, il en existait. Ce sont, le plus souvent, des verres à boire cylindriques de 60 à 70 millimètres de diamètre que j'ai fait ainsi diminuer considérablement de profondeur pour les employer dans mes expériences. Je les désignerai sous le nom de *cupules*.

» **31**. Ainsi qu'on vient de le voir, le mouvement du camphre s'arrête lorsque la profondeur de l'eau, versée dans un vase de verre sans éprouver de collision, est près d'égaler l'étendue du diamètre de ce vase. Mais il ne résulte pas de là que le mouvement du camphre ne puisse jamais s'établir sur cette eau. En effet, j'ai expérimenté qu'au bout d'un certain temps le mouvement du camphre s'établit spontanément sur la surface de l'eau, qui en raison de sa profondeur, n'avait point d'abord présenté ce mouvement. J'ai rempli d'eau, versée sans collision, un vase de verre cylindrique dont le diamètre, égal à la profondeur, était de 62 millimètres. Une parcelle de camphre placée à la surface de cette eau y demeura parfaitement immobile. La température était alors à $+ 10^{\circ}$ cent. Cette immobilité du camphre persista pendant huit heures et demie. Alors commença à se montrer une légère oscillation qui plus tard devint un mouvement vif. Ainsi la profondeur relative de l'eau formant un obstacle à l'établissement du mouvement du camphre, ce mouvement s'établit spontanément au bout d'un temps d'une durée qui varie suivant des circonstances que je n'ai pas toutes déterminées, mais parmi lesquelles le degré de la température joue bien certainement un rôle. Lorsque la profondeur de l'eau est de beaucoup supérieure à l'étendue du diamètre du vase, le mouvement du camphre, à la surface de ce liquide, ne s'établit que fort tard. J'ai pris un de ces vases cylindriques de verre que l'on nomme *éprouvettes* et qui ont beaucoup de profondeur avec un petit diamètre. Ce vase avait 57 millimètres de dia-

mètre intérieur et une profondeur de 194 millimètres. J'y fis couler doucement de l'eau en la faisant glisser le long des parois, en sorte qu'elle n'éprouvait aucune collision. Une parcelle de camphre placée à la surface de cette eau y prit son mouvement ordinaire, qui cessa lorsque l'eau eut atteint la hauteur de 45 millimètres. Alors j'imprimai au vase un mouvement de circumduction horizontale duquel il résulta que l'eau qu'il contenait prit un mouvement de rotation sur elle-même et sur un axe vertical, mouvement qu'elle conserva lorsque le vase fut replacé dans l'immobilité. A l'instant où l'eau reçut ce mouvement qui la faisait frotter contre les parois du vase, le camphre placé à sa surface prit un vif mouvement spontané et très facile à distinguer du mouvement de transport circulaire qu'il partageait avec l'eau. Ce dernier mouvement d'ailleurs ne tarda pas à s'apaiser et à disparaître, et alors le mouvement spontané du camphre continua seul d'exister. Je portai la hauteur de l'eau à 55 millimètres. Le mouvement du camphre s'arrêta et il fut rétabli de nouveau en faisant tourner la colonne d'eau sur elle-même. Je portai la hauteur de l'eau à 66 millimètres; nouvel arrêt du mouvement du camphre et subséquemment nouveau rétablissement de ce mouvement par la rotation de la colonne d'eau. Les mêmes phénomènes d'arrêt et de rétablissement du mouvement du camphre eurent lieu à la profondeur d'eau de 82, de 116 et de 150 millimètres. Enfin je portai cette profondeur de l'eau à 190 millimètres; le vase était presque plein: le mouvement du camphre s'arrêta; et je n'agitai point le vase pour rétablir ce mouvement; je voulais voir s'il se rétablirait spontanément ainsi que cela était arrivé dans l'expérience rapportée plus haut. J'observai ce vase pendant sept jours en mettant chaque jour une parcelle de camphre à la surface de l'eau qu'il contenait. Cette parcelle de camphre demeura constamment immobile. Une parcelle de savon fit voir la même immobilité. Au milieu du septième jour, désespérant de voir l'eau récupérer spontanément la propriété en vertu de laquelle le camphre peut se mouvoir à sa surface, j'imprimai le mouvement de rotation à la colonne d'eau. A l'instant le camphre commença à se mouvoir vivement. Ce mouvement s'abolit spontanément après avoir duré pendant six heures. La température avait varié de + 10 à + 12° cent. pendant les sept jours qu'avait duré cette expérience. Pensant que peut-être je n'avais pas attendu assez long-temps pour voir le mouvement du camphre se rétablir spontanément à la surface de l'eau qui remplissait mon éprouvette, je jetai l'eau qu'elle contenait et je la remplis de nouvelle eau versée sans collision; le camphre, comme à l'ordinaire, demeura immobile à la surface de cette

eau. J'observai cette immobilité pendant huit jours et enfin le neuvième jour le camphre commença à se mouvoir. La température avait varié de + 10°,5 à + 13° cent. pendant la durée de cette expérience. La température ayant baissé quelques jours après à + 3°, le mouvement du camphre cessa de se montrer à la surface de l'eau qui remplissait cette éprouvette, mais il se rétablit spontanément le lendemain par une température de + 4°. Je donnerai suite plus bas (**56**) à cette expérience.

» **32**. J'ai répété plusieurs fois ces expériences en employant des éprouvettes de diverses dimensions et j'ai obtenu des résultats analogues. J'ai vu constamment qu'en versant de l'eau dans ces vases de manière à ce que ce liquide éprouvât une collision, le mouvement du camphre avait lieu quelle que fût la hauteur de l'eau, tandis qu'en y versant ce liquide sans collision, le mouvement du camphre cessait constamment de se montrer avant que la profondeur de l'eau eût atteint l'étendue du diamètre du vase. J'ai expérimenté que ce mouvement pouvait être rétabli non-seulement en imprimant à la colonne d'eau un mouvement de rotation qui la faisait frotter contre les parois du vase, mais aussi en inclinant et en redressant alternativement ce même vase non entièrement plein, ce qui faisait également frotter la colonne d'eau contre ses parois; ce frottement avait lieu ici du bas en haut et du haut en bas. Ainsi il ne me paraît pas douteux que ce ne soit le frottement de l'eau contre les parois du vase qui produit artificiellement le rétablissement du mouvement du camphre lorsqu'il est aboli par le fait de la trop grande profondeur relative de l'eau.

» **33**. On ignore pourquoi, par le seul fait de sa trop grande profondeur relative, l'eau perd la propriété de présenter le mouvement du camphre à sa surface; on ne sait pas davantage pourquoi ni comment elle se modifie, avec le temps, pour récupérer cette même propriété. Toutefois ces faits prouvent que le mouvement du camphre sur l'eau ne peut avoir lieu sans une *action* particulière de ce liquide, *action* inconnue dans sa nature, et sous l'influence exclusive de laquelle le camphre développe sa force électrique, qui est la cause immédiate de son mouvement. Pour ne rien admettre ici au-delà de ce que démontre l'expérience, je me bornerai à ce nom vague *d'action* pour indiquer la force particulière qui, selon les circonstances, se trouve présente dans l'eau ou s'en trouve absente. Je désignerai sous les noms également vagues *d'activité* et *d'inactivité* l'existence et la non-existence dans l'eau de la force inconnue dont il est ici question. L'eau sera *active* ou *inactive* suivant qu'elle possédera ou ne possédera pas cette force particulière, qui est encore un des secrets de la nature. Toutefois les expériences qui seront exposées plus bas porteront à admettre que

cette force émane des parois du vase. Déjà les expériences précédentes se montrent favorables à cette hypothèse, en nous apprenant que l'eau possède d'autant moins *d'activité* que sa profondeur est plus grande relativement à la largeur du vase qui la contient. En effet, dans un vase cylindrique l'étendue des parois baignées par l'eau et la profondeur, ou, ce qui revient au même, la masse de ce liquide, sont dans un rapport proportionnel d'autant plus faible que cette profondeur ou cette masse sont plus grandes. La plus simple réflexion suffit pour se convaincre de cette vérité. L'étendue immergée des parois verticales croît comme la profondeur ou comme la masse de l'eau ; mais il reste à considérer l'étendue de la paroi circulaire du fond du vase ; étendue dont le rapport avec la profondeur ou la masse du liquide diminue d'autant plus que cette profondeur ou cette masse deviennent plus grandes ; ainsi la masse totale de l'eau que contient le vase cylindrique correspond proportionnellement à une surface pariétale d'autant moindre que cette masse est plus accrue. Or, dans ce même vase *l'activité* de l'eau devient aussi d'autant moindre que la masse ou la profondeur de ce liquide sont plus accrues. Il y a donc là, très évidemment, un rapport entre le degré de *l'activité* de l'eau et l'étendue des parois immergées. Ceci commence à mettre sur la voie d'admettre que cette *activité* est communiquée à l'eau par un *action* particulière qu'exercent sur elle les parois du vase qui la contient, *action* qui éprouverait d'autant plus de difficulté pour se faire sentir à toute la masse du liquide que cette masse serait plus grande relativement à l'étendue des parois desquelles cette action est supposée émaner. On concevrait ainsi pourquoi la trop grande profondeur relative de l'eau prive ce liquide de son *activité;* quant au retour spontané de cette *activité,* retour qui s'effectue après un certain temps écoulé, on concevrait que *l'action* inconnue exercée par les parois du vase sur l'eau mettrait un certain temps à se propager dans une masse de liquide trop considérable, où elle se trouve affaiblie, parce qu'elle se trouve trop divisée. L'expérience m'a fait voir que *l'activité* de l'eau se trouvant abolie par le fait de la trop grande profondeur relative de ce liquide, le retour spontané de cette *activité* n'a point lieu aussi promptement lorsque la température est basse que lorsqu'elle est élevée, et que cette *activité* cesse même d'exister après s'être établie, si la température vient à s'abaisser jusqu'au voisinage du zéro du thermomètre (**31**). Ce dernier fait prouve bien évidemment l'influence abolissante qu'exerce le froid sur *l'activité* de l'eau ; et, dans l'hypothèse que cette *activité* serait produite par une *action* des parois du vase, ce fait prouverait que cette *action* est affaiblie par le froid.

» 34. Actuellement je vais faire voir que les vases vitreux peuvent, par certains procédés, être rendus *inactifs*, c'est-à-dire que l'eau qu'ils contiendront cessera de pouvoir présenter le mouvement du camphre, du moins temporairement et cela à des profondeurs d'eau très inférieures à celles qui, dans l'état naturel, laissent exister librement ce mouvement. Cela prouvera ce que les expériences précédentes n'ont fait que faire soupçonner, savoir : l'existence d'une *action* de nature inconnue, qui est exercée sur l'eau par les parois des vases qui la contient et sans laquelle le mouvement du camphre à la surface de ce liquide ne peut exister.

» 35. J'ai dit, au commencement de ce Mémoire, que, dans mes recherches, j'avais marché de la physiologie à la physique, transportant dans la dernière de ces sciences les expériences que j'avais faites dans la première ; j'avais fait subir au chara diverses épreuves qui avaient exercé de l'influence sur son mouvement de circulation; il s'agissait, pour moi, de savoir si le mouvement du camphre, placé sur l'eau dans des cupules de verre ou de porcelaine, étant soumis aux mêmes épreuves, j'obtiendrais les mêmes résultats. Dans le soupçon que j'avais conçu touchant l'identité de ces deux phénomènes, l'un physiologique et l'autre physique, je comparais *l'appareil physiologique* du chara à *l'appareil physique* qui me servait à observer les mouvements du camphre. Ce dernier appareil se compose, 1° du vase; 2° du liquide aqueux qu'il contient; 3° d'une ou de plusieurs parcelles de camphre qui se meuvent à la surface du liquide, et qui, lorsqu'elles sont fixées, impriment du mouvement à ce même liquide. *L'appareil physiologique* du chara se compose de même de trois parties: 1° d'un vase qui est le mérithalle tubuleux; 2° d'un liquide aqueux tenant en suspension des globules ou granules inertes; 3° de globules verts fixés en séries longitudinales et spiralées sur les parois intérieures du vase tubuleux, et que je considère comme des *corps camphoroïdes*, ayant, en vertu de leur électricité, le pouvoir d'imprimer du mouvement au liquide avec lequel ils sont en contact. On sait que la matière verte des végétaux est une substance *résinoïde;* sa nature se rapproche, par conséquent, de celle des corps combustibles huileux ou résineux qui sont susceptibles de prendre un état électrique lors de leur contact avec l'eau. Mais pour que l'analogie que j'établis ici en considérant les globules verts comme des corps camphoroïdes soit fondée, il faut que la matière verte et résinoïde qu'ils contiennent soit soluble dans l'eau. Or l'expérience la plus vulgaire prouve qu'effectivement la matière verte des végétaux est un peu soluble dans l'eau, bien que cette même matière, obtenue à l'état de pureté sous le

nom de *chlorophylle*, soit complétement insoluble dans ce liquide. En effet, les infusions aqueuses des feuilles prennent ordinairement une teinte verdâtre qui quelquefois est assez intense. La chorophylle, qui est insoluble dans l'eau lorsqu'elle est pure, est donc un peu soluble dans ce liquide lorsqu'elle est unie à certains autres principes végétaux. Cette solubilité dans l'eau de la matière verte végétale, jointe à sa nature résinoïde, m'autorise donc à la considérer comme un *corps camphoroïde* susceptible de donner naissance, comme le camphre, à une électricité motrice. Or l'expérience m'a prouvé que la force qui meut le liquide circulant du chara émane des globules verts avec lesquels ce liquide est en contact. Il est donc infiniment probable que cette force est *camphoro-électrique*. L'assertion que j'émets ici comme une probabilité sera complétement démontrée lorsque j'aurai fait voir que la force par laquelle le camphre se meut sur l'eau, et par conséquent meut l'eau elle-même, et la force par laquelle les globules verts du chara meuvent le liquide qui les touche, sont soumises aux mêmes lois, qu'elles se comportent exactement de la même manière lorsqu'on les soumet aux mêmes épreuves. Je vais donc mettre en parallèle les expériences que j'ai faites sur *l'appareil physiologique* et celles que, par imitation, j'ai faites sur *l'appareil physique*.

» **36.** J'ai expérimenté que, lorsqu'on gratte un mérithalle de chara avec un instrument tranchant et qu'on enlève ainsi sa partie superficielle opaque, que je considère comme son écorce, cette action mécanique occasionne la suspension de la circulation, qui ne se rétablit qu'un certain temps après, et cela par l'effet d'une *réaction*. Il est évident que cette action mécanique n'intéresse ici que *le vase* de l'appareil physiologique : lui seul est lésé; les deux autres parties de *l'appareil physiologique* demeurent intactes. De prime abord on est porté à penser que cette expérience ne peut être imitée avec ce que j'ai nommé *l'appareil physique*. En effet, dans *l'appareil physiologique*, la lésion du *vase*, c'est-à-dire du mérithalle tubuleux, a agi sur la *sensibilité organique* (1) d'un corps vivant, et c'est

---

(1) C'est bien à tort que les physiologistes ont employé ce mot *sensibilité* pour exprimer la faculté en vertu de laquelle les organes des êtres vivants sont modifiés par certains agents qui leur sont extérieurs, sans qu'il y ait de *sensation* par suite de la modification que ces agents produisent. M. Flourens a le premier banni cette expression de la physiologie et lui a substitué celle d'*excitabilité*. Cette propriété, qui appartient aux végétaux comme aux animaux, est tout-à-fait distincte de la *sensibilité*. L'emploi vicieux de ce dernier mot pour exprimer les phénomènes de l'*excitabilité* a fourni, fort

par suite de la modification imprimée à cette *sensibilité organique* que la *force vitale* à laquelle est dû le mouvement circulatoire a suspendu son action. Ne paraît-il pas absurde de vouloir imiter ces phénomènes *vitaux* avec un appareil physique? Malgré cette apparente absurdité, je n'ai pas hésité à tenter en physique l'imitation du phénomène physiologique dont il est ici question, tant j'étais persuadé que tous les phénomènes vitaux des végétaux ne sont que des phénomènes physiques. Pour imiter l'expérience physiologique avec mon *appareil physique*, il ne s'agissait donc ici que de faire éprouver de même *au vase* une action mécanique capable de lui enlever une partie de sa matière composante. Cette action mécanique se trouve facilement dans l'emploi d'un frottement rude.

» **37.** Une cupule de porcelaine de 50^{mm} de diamètre et de 34^{mm} de profondeur offrait constamment le mouvement du camphre sur la surface de l'eau versée sans collision ou avec collision dans sa cavité, et cela à toutes les hauteurs de ce liquide. Je frottai rudement ses bords pendant 7 minutes sur du sable fin et mouillé étendu sur une tablette de marbre. Ce frottement usa un peu les bords de la cupule, que je remplis immédiatement d'eau versée sans collision. Une parcelle de camphre, mise à la surface de cette eau, y demeura complétement immobile. La température était alors à $+ 14°$ cent. Cette immobilité du camphre persista pendant 45 minutes. Alors la parcelle de camphre commença à osciller sans changer de place; 55 minutes après, son mouvement de progression commença à s'établir lentement, et enfin, 3 heures après le commencement de l'expérience, le mouvement du camphre était devenu très rapide. Ainsi le rude frottement qui avait usé les bords de la cupule de porcelaine avait rendu ce vase *inactif*; il n'exerçait plus sur l'eau qu'il contenait *l'action* inconnue en vertu de laquelle cette eau possédait auparavant la propriété d'offrir le mouvement du camphre placé à sa surface. Ainsi l'eau était devenue *inactive* par suite de l'*inactivité* du vase qui la contenait. Mais cet état d'*inactivité* du vase ne fut que temporaire et ce vase redevint *actif* par une *action* spontanée et que je considère comme une *réaction*; dès lors l'eau qu'il contenait reprit aussi son *activité*, et le camphre prit son mouvement ordinaire à sa surface.

---

mal à propos, des armes à ceux qui accusent de matérialisme les physiologistes qui cherchent dans la Physique l'explication des phénomènes vitaux généraux, phénomènes qui appartiennent aux végétaux comme aux animaux. Le spiritualisme n'a point à s'inquiéter de ces recherches.

» **38**. J'ai répété quatre fois cette expérience dans des jours différents et avec les mêmes résultats. Je ferai observer que cette cupule de porcelaine avait le fond plat. Je fais cette remarque parce que, ayant fait un assez grand nombre d'expériences analogues en employant des cupules de verre, je n'ai obtenu des résultats semblables que lorsque ces cupules avaient le fond plat ou convexe; le frottement le plus prolongé sur le sable n'a pu frapper d'*inactivité* des cupules de verre dont le fond était concave. On verra, dans la suite de ce Mémoire, que ce n'est pas là le seul cas où la forme concave du fond du vase de verre aura influé d'une manière marquée sur le mouvement du camphre placé à la surface du liquide aqueux contenu dans ce vase. Je ferai encore observer que les cupules, pendant que je les frottais sur le sable, étaient saisies au moyen d'un certain mécanisme, en sorte qu'elles n'étaient point échauffées par le contact de la main. Je ne rapporterai pas ici toutes les expériences que j'ai faites pour frapper d'*inactivité* des cupules de verre en frottant leurs orifices sur du sable. Je choisis parmi elles celle qui est la plus marquante.

» **39**. Une cupule de verre, faite avec un verre à boire cylindrique diminué de hauteur, ayant 58 millimètres de diamètre et 28 millimètres de profondeur, ayant son fond bien régulièrement convexe, et fort épaisse dans ses parois, fut frottée rudement, par son orifice, sur du sable fin, pendant cinq minutes; elle fut immédiatement remplie d'eau versée sans collision. Une parcelle de camphre placée à la surface de cette eau, y demeura parfaitement immobile. Ce vase était devenu *inactif;* je fais observer qu'avant l'opération qu'il avait subie il était parfaitement *actif;* le camphre se mouvait avec rapidité sur l'eau versée sans collision qui le remplissait : au bout de vingt-quatre heures l'immobilité du camphre continuait d'exister; la température avait varié de +12 à 14 degrés centigrades. Je n'avais pas encore observé une *inactivité* d'aussi longue durée dans plusieurs expériences semblables que j'avais faites antérieurement avec cette même cupule de verre. Il se pouvait que cet effet fût dû à quelque substance dissoute accidentellement dans l'eau qui remplissait ce vase. Je la jetai et je remplis de nouveau la cupule avec de l'eau versée sans collision; une autre cupule de verre placée à côté fut remplie de la même eau, et de même sans collision. Je me servais pour cela, ainsi que je l'ai dit plus haut, d'un entonnoir de verre à bec très effilé, que je tenais plongé dans l'eau, qui s'élevait ainsi très lentement dans le vase et sans aucune collision. Le camphre continua à demeurer immobile dans la cupule frottée sur le sable; il offrit un mouvement rapide dans la cupule placée à côté.

Ainsi il n'y avait ni dans l'eau ni dans l'air environnant aucune cause qui pût empêcher le camphre de se mouvoir. L'absence continuée du mouvement du camphre dans la cupule de verre frottée sur le sable, provenait donc incontestablement de l'*inactivité* de ce vase. La nouvelle eau placée dans ce vase *inactif* m'offrit encore l'immobilité non discontinuée du camphre au bout de vingt-quatre heures; il y avait ainsi deux jours entiers que ce vase était *inactif*. La température se tenait toujours entre +13 et 14 degrés centigrades; alors j'ôtai doucement de l'eau, avec une pipette, jusqu'à ce que sa hauteur fût réduite à 20 millimètres. Le camphre prit un léger mouvement qui cessa tout-à-fait au bout de deux à trois minutes. Je diminuai de nouveau la hauteur de l'eau, jusqu'à ce qu'elle fût réduite à 15 millimètres. Le camphre prit alors un mouvement vif, mais qui cessa au bout de cinq minutes. Je réduisis la hauteur de l'eau à 8 millimètres; le camphre prit un mouvement très vif, mais qui s'abolit au bout de vingt-cinq minutes. Alors je jetai le peu d'eau qui restait, et je remplis la cupule avec de nouvelle eau versée sans collision. Le camphre demeura immobile à sa surface. Voyant cette *inactivité* si obstinée du vase, je jetai l'eau qui le remplissait, je le lavai à grande eau en le frottant avec les doigts, et ensuite je le remplis d'eau versée sans collision. Le camphre continua à demeurer immobile. Je jetai l'eau qui remplissait ce vase, et je le remplis de nouveau avec de l'eau versée de haut, et par conséquent éprouvant de la collision. Je fus très surpris de voir le camphre demeurer encore immobile à sa surface; et cependant à côté de ce vase, et avec la même eau dans une autre cupule de verre, j'observais le vif mouvement du camphre. La température était alors à + 13°,5. Je laissai dans le vase si obstinément *inactif* l'eau que j'y avais versée avec collision, et cinq heures après je commençai à voir le camphre osciller légèrement à la surface de cette eau. Dans les heures suivantes le camphre prit un mouvement lent de progression, et ce ne fut qu'au matin par lequel finissait le troisième jour de l'expérience, que je trouvai le mouvement du camphre devenu très vif à la surface de l'eau contenue dans ce vase, qui avait complétement et spontanément repris son *activité*. La température était alors à + 13 degrés.

» **40**. J'ai rapporté cette expérience dans le plus grand détail, parce que j'ai dû faire voir que j'avais écarté ici toutes les causes de déception, et qu'elle prouve péremptoirement l'existence de l'*inactivité* du vase produite par le frottement de son orifice sur du sable. Au reste il est rare, dans les expériences de ce genre, que cette *inactivité* soit aussi prolongée

et aussi obstinée. La plupart du temps elle ne dure que pendant quelques heures, et même elle disparaît de suite en remplissant le vase d'eau versée avec collision, ce qui n'est pas arrivé dans l'expérience précédente. En outre, cette *inactivité* du vase n'est pas toujours aussi complète qu'elle l'a été dans cette même expérience; en sorte que le mouvement du camphre qui a cessé de se montrer, se renouvelle et persiste lorsque la hauteur de l'eau est plus ou moins réduite. Dans l'expérience précédente ce mouvement s'est manifesté lors de la réduction de la hauteur de l'eau, mais il n'a pas persisté. Je pense que le rétablissement temporaire de ce mouvement provenait de l'*activité* rendue temporairement à l'eau par son frottement sur elle-même dans l'action de la soutirer avec la pipette. On a déjà vu plus haut (**29**) un phénomène semblable. Cet effet transitoire étant passé, l'eau retombait sous l'influence exclusive du vase qui la contenait, et qui était profondément frappé d'*inactivité*; lorsque cette *inactivité* est moins complète, elle n'existe que relativement à une certaine hauteur d'eau dans le vase, elle n'existe point pour les hauteurs d'eau inférieures. C'est, en se réduisant à de plus petites proportions de profondeur d'eau, le même phénomène que celui que j'ai exposé plus haut (**29**) touchant la propriété que possèdent les vases de verre cylindriques, dans leur état naturel d'*activité*, de n'offrir le mouvement du camphre à la surface de l'eau qu'ils contiennent, que lorsque la profondeur de cette eau est réduite à une limite déterminée, ce mouvement demeurant aboli lorsque la profondeur de l'eau dépasse cette limite : or la limite qui sépare les hauteurs d'eau qui permettent l'existence du mouvement du camphre, et les hauteurs d'eau qui s'opposent à ce même mouvement dans le vase *actif*, se trouve considérablement abaissée dans le même vase devenu plus ou moins *inactif*. Ainsi l'*inactivité* des vases n'est point absolue; elle consiste dans la diminution plus ou moins grande de leur *activité* naturelle.

» **41.** Je fais observer ici que plus les vases de terre ou de porcelaine sont petits, plus il est facile de les rendre *inactifs* en frottant leurs orifices sur du sable. On ne parvient point à produire ce phénomène avec des vases un peu grands. La raison en est facile à apercevoir. En premier lieu, il est évident que le rude frottement auquel est soumis l'orifice du vase se communique d'autant plus facilement à toute la masse de ce vase, que celui-ci est plus petit; en second lieu l'*activité* du vase exerçant une influence sur l'*activité* de l'eau qu'il contient, on comprend facilement que cette influence des parois du vase sur l'eau sera d'autant plus marquée, que le vase sera plus petit, puisque dans des vases de même forme le rapport qui

existe entre l'étendue des parois en contact avec l'eau et le volume de ce liquide croît avec la diminution de grandeur de ces vases.

» **42**. La suspension du mouvement du camphre sur l'eau contenue dans un vase dont l'orifice a été rudement frotté et usé, est un fait physique qui se rapproche naturellement du fait physiologique de la suspension de la circulation chez le chara par l'action de gratter et d'user les parois de l'un de ses mérithalles. Dans l'expérience physique le rude frottement du vase a porté atteinte à son *activité*, et par suite le mouvement du camphre a été suspendu; l'analogie nous indique ici que la suspension de la circulation chez le chara doit provenir de même d'une atteinte portée par le rude frottement à l'*activité* du mérithalle, considéré ici comme vase tubuleux. Ainsi ce vase est *actif* dans son état naturel, et c'est en vertu de cette *activité* qu'il exerce une influence sur l'*activité* du liquide qu'il contient; ce liquide, à son tour, en vertu de l'*activité* qu'il possède, détermine dans les globules verts ou *corps camphoroïdes* fixés aux parois intérieures du vase tubuleux, la production de l'électricité qui imprime à ce même liquide le mouvement circulatoire. Il résulte de ce rapprochement de faits, que ce que l'on nomme la *sensibilité organique* chez le végétal n'est autre chose que la faculté que possède la force mystérieuse à laquelle j'ai donné le nom vague et provisoire d'*activité*, d'être modifiée par certaines actions venant du dehors. Je sais que cette assertion, basée sur ce rapprochement unique de faits, peut paraître hasardée; mais on la verra confirmée par tant d'autres preuves d'un autre genre, qu'on ne pourra se dispenser de reconnaître qu'elle est fondée.

» **43**. Le mouvement circulatoire, chez le chara, est augmenté de vitesse par l'élévation de la température dans certaines limites; la vitesse de ce mouvement est diminuée lorsque la température s'abaisse jusqu'au voisinage du zéro du thermomètre. Le mouvement du camphre sur l'eau présente exactement les mêmes phénomènes. En général, plus la température atmosphérique est élevée, plus le mouvement du camphre sur l'eau qui possède une profondeur convenable est vif. J'ai vu ce mouvement acquérir une vivacité extrême par l'échauffement de l'eau et du vase au moyen de leur exposition aux rayons solaires. L'échauffement du vase au moyen du feu ne produit pas le même effet; il se produit, dans cette circonstance, des phénomènes que je n'ai point encore assez étudiés. J'ai fait voir plus haut (**29**) que le mouvement du camphre sur l'eau cesse d'avoir lieu lorsque la profondeur de ce liquide, versé sans collision, n'est pas dans un certain rapport avec le diamètre du vase qui le contient. Or j'ai observé que des

cupules de verre et de porcelaine qui, étant remplies d'eau versée sans collision, présentaient le vif mouvement du camphre à la surface de cette eau lorsque la température était supérieure à + 6 degrés, n'offraient plus ce mouvement qu'extrêmement lent, lorsque la température était plus basse, et ne l'offraient plus du tout lorsque la température était abaissée à + 2 degrés. Les mêmes raisons que celles qui ont été exposées plus haut (**41**) font que plus les vases sont petits, plus cet effet devient sensible; ainsi une cupule de verre de 30 millimètres de diamètre et de 18 millimètres de profondeur, m'a offert constamment le mouvement du camphre à la surface de l'eau versée sans collision qui la remplissait, et cela tant que la température a été supérieure à + 6 degrés. A cette température, le mouvement du camphre est devenu faible et n'a plus consisté que dans une simple oscillation. La température ayant baissé à + 2 degrés, le camphre est demeuré complétement immobile dans cette cupule, et il m'a fallu diminuer la profondeur de l'eau de 10 millimètres, pour voir renaître le mouvement du camphre. La cupule de porcelaine de 50 millimètres de diamètre et de 34 millimètres de profondeur qui a servi à une expérience rapportée plus haut (**37**), et qui, par une température de + 5 degrés, remplie d'eau versée sans collision, offrait encore le mouvement du camphre, a cessé de présenter ce mouvement lorsque la température s'est trouvée descendue à + 2 degrés. Il m'a suffi alors de diminuer la profondeur de l'eau de 4 millimètres seulement pour voir renaître le mouvement du camphre. Ainsi l'abaissement de la température diminue l'*activité* de l'eau et probablement aussi celle du vase qui la contient. Alors ce liquide cesse d'être *actif* à une profondeur à laquelle il possédait précédemment l'*activité* lorsque la température était plus élevée, et pour voir renaître cette *activité* il ne s'agit que de diminuer la profondeur de l'eau. Ce fait est en harmonie avec ceux par lesquels j'ai déjà établi plus haut (**29**) que la diminution de la profondeur de l'eau favorise l'établissement du mouvement du camphre à sa surface, en sorte que l'*activité* de l'eau étant trop faible pour que ce mouvement puisse exister, il ne s'agit que de diminuer la profondeur de ce liquide pour qu'il acquière, par cela seul, une *activité* suffisante pour l'établissement du mouvement du camphre à sa surface. Le camphre est, si je puis m'exprimer ainsi, un *activiscope* qui, par la vivacité ou la lenteur de son mouvement, annonce le degré fort ou faible de l'*activité* de l'eau, et qui par son immobilité sur l'eau, indique que cette *activité* a disparu dans ce liquide, ou plutôt a descendu au-dessous du degré nécessaire pour l'existence du mouvement de cet *activiscope*.

» **44.** Mes expériences ont fait voir que lorsqu'on fait subir au chara une variation de température brusque et qui comprenne au moins 25° cent., le mouvement circulatoire s'arrête et se rétablit ensuite spontanément par réaction, environ une heure après. Dans cette expérience l'*appareil physiologique* tout entier est soumis à l'effet de la brusque et considérable variation de température. Je ne pouvais soumettre à la même épreuve la totalité de mon *appareil physique,* c'est-à-dire le vase, l'eau et le camphre. Dans cet appareil le vase seul pouvait être soumis à cette expérience et je l'ai tentée, non sans espoir de succès, sachant déjà, par de précédentes expériences, que certaines actions physiques exercées sur le vase le privaient de son *activité,* de manière à ce que l'eau qu'on y versait ensuite sans collision se trouvait elle-même également privée d'*activité;* alors le mouvement du camphre n'avait point lieu à sa surface, et cela l'eau ayant une profondeur qui, dans l'état naturel, favorisait auparavant l'établissement de ce mouvement.

» **45.** La cupule de porcelaine dont il a été question plus haut (**37**) ayant été remplie d'eau, je la plaçai sur la flamme de l'alcool jusqu'à ce que l'eau fût en ébullition. Alors jetant cette eau bouillante, je plongeai brusquement la cupule dans de l'eau dont la température était, comme celle de l'atmosphère, à + 15° cent. Lorsque ce vase fut refroidi à cette température, je le retirai et je le remplis d'eau versée sans collision et à la température de + 15°. Le camphre demeura immobile à la surface de cette eau. Cette immobilité persista pendant deux heures vingt minutes. Alors le camphre commença à manifester une légère oscillation sans changer de place. Ce mouvement devint peu à peu plus prononcé, et deux heures après il était devenu rapide. J'ai répété trois fois cette expérience avec cette même cupule de porcelaine et à des jours différents, j'ai constamment obtenu le même résultat, variable seulement par la durée du temps pendant lequel la cupule a été privée de son *activité* par l'effet du brusque et considérable changement de température qu'elle avait subi. Ayant une autre fois fait bouillir de l'eau dans la même cupule de porcelaine et l'ayant laissée se refroidir lentement après l'avoir vidée, l'eau dont je la remplis lorsqu'elle fut refroidie offrit immédiatement le mouvement du camphre. Ici tous les changements de température avaient été lents; le vase s'était échauffé et s'était refroidi lentement, et par suite de cette lenteur dans les changements de sa température il avait conservé son *activité,* tandis qu'il l'avait perdue, dans certaines limites du moins, par l'effet d'une transition brusque de la température de l'eau bouillante à celle de + 15°,

transition qui comprenait ainsi 85°. J'ai fait des expériences analogues avec la très petite cupule de verre dont il a été question plus haut, et qui a 30 millimètres de diamètre et 18 millimètres de profondeur. J'ai mis cette cupule dans un vase rempli d'eau dont j'ai élevé la chaleur jusqu'à l'ébullition. Alors tirant cette cupule de l'eau bouillante, je l'ai plongée dans de l'eau dont la température semblable à celle de l'atmosphère était de + 12°. Lorsque je la jugeai refroidie, je la retirai et je la remplis d'eau à + 12° versée sans collision. Le camphre demeura immobile à sa surface ; ce ne fut que dix minutes après qu'il commença à offrir un mouvement d'oscillation et son mouvement vif ne fût bien rétabli qu'au bout de deux heures.

» **46**. Une expérience d'un autre genre est encore venue confirmer ces résultats. Après m'être bien assuré de la profondeur d'eau à laquelle le camphre offrait constamment son mouvement dans un verre à boire cylindrique et par la température de + 21°, je pratiquai une fissure à ce vase en l'exposant latéralement à la flamme du chalumeau. A l'aide de cette même flamme, et par un procédé connu, je prolongeai cette fissure jusque dans le milieu du fond épais de ce vase que, je laissai ensuite se refroidir lentement à l'air pendant deux heures et quart. Alors j'y versai, sans collision, de l'eau jusqu'à la hauteur à laquelle le mouvement du camphre avait constamment lieu auparavant. La fissure ne laissait point échapper l'eau de manière à en abaisser sensiblement le niveau. Je mis sur cette eau une parcelle de camphre qui y demeura immobile pendant une heure et demie; alors il commença à osciller, mais la vivacité de son mouvement ne fut rétablie que plus de deux heures après. Dans cette expérience l'échauffement seul avait été brusque, le refroidissement avait été lent.

» **47**. Il résulte de ces expériences que les brusques et considérables changements de température rendent les vases de porcelaine et de verre *inactifs* pour un certain temps; leur *activité* se rétablit ensuite spontanément par *réaction*.

» **48**. Ces phénomènes sont évidemment analogues à ceux que présente le chara soumis à de brusques et considérables changements de température. On voit, en effet, dans cette expérience physiologique, comme dans les expériences physiques qui viennent d'être exposées, abolition d'un mouvement qui était produit par un corps camphoroïde, et rétablissement spontané de ce même mouvement par l'effet d'une réaction; l'analogie doit donc porter à penser que dans l'*appareil physiologique* du chara, c'est le

vase ou le mérithalle tubuleux qui est frappé d'*inactivité* par le brusque et considérable changement de température. La circulation n'est point abolie chez le chara lorsque les changements de température auxquels il est soumis sont lents; il en est de même du mouvement du camphre, qui n'est point aboli dans les vases vitreux qui ont subi des changements de température très considérables, mais lents.

» **49.** Dans la dernière des expériences rapportées précédemment (46) j'ai attribué l'*inactivité* du vase au seul fait de son échauffement brusque et considérable; il se pourrait néanmoins que le fait de la fracture de ce vase intervînt aussi dans la production de cette *inactivité;* car il me paraît que toutes les *lésions matérielles* des vases vitreux produisent chez eux cet effet, comme il est produit chez le chara par toutes les *lésions organiques.* Ainsi une piqûre suffit pour abolir la circulation chez le chara. J'ai expérimenté qu'en enfonçant la pointe d'une aiguille dans un mérithalle de chara, de manière à ce que cette pointe pénètre infiniment peu dans sa cavité tubuleuse et ne gêne point ainsi le mouvement circulatoire du liquide, ce mouvement ne laisse pas de s'arrêter au bout de cinq minutes, et cela sans retour. Comment la piqûre a-t-elle agi pour abolir cette circulation? Est-ce par suite de la *lésion organique* faite au mérithalle considéré comme *vase,* ou bien est-ce par l'influence du contact de l'aiguille avec le liquide circulant? Pour résoudre ces questions il fallait, suivant le plan que je me suis tracé, transporter dans la physique cette expérience physiologique; mais l'action de percer un corps mou tel qu'une tige de chara ne peut être imitée par le percement d'un vase de verre ou de porcelaine; et quoique j'aie l'intime conviction que la *lésion organique* qu'éprouve le chara, lorsqu'on pique sa tige, produise l'*inactivité* de cette *tige-vase,* de la même manière qu'une *lésion matérielle* quelconque produirait le même effet dans un vase vitreux, toutefois je sens qu'il m'est impossible de chercher ici à établir dans la physique une expérience analogue à celle que j'ai faite dans la physiologie. J'abandonne donc la considération de l'*inactivité* qui peut être produite dans le mérithalle tubuleux du chara, lorsqu'on traverse l'une de ses parois avec une aiguille; mais il me reste à étudier l'effet qui peut être produit par le contact de l'aiguille avec le liquide circulant que contient ce mérithalle tubuleux. Ici l'expérience physiologique pourra être transportée dans la physique, et cette étude va nous dévoiler une nouvelle série de phénomènes.

» **50.** Les expériences précédentes ont prouvé que les vases exercent sur l'eau qu'ils contiennent une influence que j'ai désignée par le nom vague

d'*action*, et sans l'existence de laquelle le camphre ne prendrait point d'électricité et par conséquent point de mouvement à la surface de cette eau. L'*action* qu'exerce le vase sur l'eau qu'il contient a lieu nécessairement de l'extérieur de la masse liquide vers son intérieur; elle peut être considérée comme *convergente*. Qu'arriverait-il en soumettant ce même liquide à une *action* semblable qui partirait de son milieu, et qui, par conséquent, serait divergente? Voici ce que répond l'expérience. Une cupule cylindrique de verre de 60 millimètres de diamètre et de 22 millimètres de profondeur offrait constamment le mouvement du camphre à la surface de l'eau qui y était versée sans collision jusqu'à la remplir. J'y versai, seulement jusqu'à un peu plus de moitié de sa profondeur, de l'eau sur la surface de laquelle je plaçai une parcelle de camphre qui y prit un vif mouvement. La température était alors à + 15°; je plongeai au milieu de l'eau un flacon cylindrique de verre de 36 millimètres de diamètre, ce qui fit monter l'eau jusqu'aux bords de la cupule : le camphre devint immobile sur cette eau contenue entre les parois intérieures de la cupule et les parois extérieures du flacon immergé. Je retirai ce dernier, le camphre reprit son mouvement; je plongeai une seconde fois le flacon, le mouvement du camphre s'arrêta de nouveau. Cette double manœuvre répétée plusieurs fois produisit constamment les alternatives de la suspension du mouvement du camphre et du rétablissement de ce mouvement. Il paraîtrait donc que l'*action divergente* du flacon de verre immergé aurait contre-balancé et aboli l'*action convergente* que la cupule de verre exerçait sur l'eau, en sorte que ce liquide était devenu *inactif*. D'un autre côté on pourrait penser que l'immersion du flacon dans la cupule ayant réellement diminué l'étendue diamétrale de la surface de l'eau en augmentant beaucoup sa profondeur relativement à ce diamètre diminué, il en serait résulté le même effet que si l'eau eût été élevée dans un autre vase à une hauteur supérieure à l'étendue du diamètre de ce vase, cas auquel le mouvement du camphre cesse d'avoir lieu, ainsi que je l'ai fait voir plus haut (**29**). Effectivement j'ai expérimenté que, dans l'expérience instituée comme il vient d'être dit, le mouvement du camphre se rétablit lorsque je diminuai la profondeur de l'eau en aspirant celle-ci avec une pipette, jusqu'à ce que cette profondeur fût réduite à 15 millimètres, au lieu de 22 qu'elle avait, la cupule étant remplie. Cette preuve, qui paraît concluante en faveur de la dernière hypothèse que je viens d'émettre, ne l'est cependant pas, et l'on va voir que le corps vitreux immergé exerce effectivement, sur l'eau dans laquelle il est plongé, une *action* qui tend à contre-balancer et à ren-

dre nulle l'*action* inverse qu'exerce sur cette même eau le vase de verre qui la contient pour la rendre *active ;* on va voir que cette *action abolissante* ou *sédative* de l'*activité* est exercée de même par le corps vitreux immergé lorsque son accession n'opère aucun changement ni dans la profondeur de l'eau, ni dans son étendue diamétrale.

» **51.** Il n'est point nécessaire que les corps vitreux immergés aient la forme cylindrique, ni qu'ils occupent le milieu de l'eau, ni qu'ils soient plongés jusqu'au fond de ce liquide pour qu'ils y produisent cet effet *sédatif de l'activité* que je viens de faire connaître. Ainsi une boule de verre, soit creuse, soit massive, occupant une place quelconque dans l'eau, où elle est plongée en tout ou en partie, produira dans cette eau le même effet *sédatif de l'activité*, pourvu que le volume de sa partie immergée soit suffisant eu égard au volume de l'eau et au degré de son *activité*. Si le volume de l'eau est petit et que son *activité* soit faible, il suffira que la boule de verre touche seulement la surface de l'eau pour y suspendre à l'instant le mouvement du camphre. J'ai fait voir plus haut (**33**) que le froid est *sédatif de l'activité* de l'eau. Or j'ai expérimenté plusieurs fois que la température étant descendue à + 2 et 3 degrés, et l'eau placée dans de petites cupules de verre n'offrant que faiblement le mouvement du camphre, il me suffisait de faire toucher la surface de cette eau par une petite boule de verre, de même température qu'elle, pour arrêter à l'instant le mouvement du camphre, et ce mouvement se rétablissait lorsque je faisais cesser le contact de cette boule avec l'eau. Cette boule était suspendue à une petite crémaillère à l'aide de laquelle je pouvais régler à volonté son mouvement de descente ou d'ascension. Dans les cas où l'*activité* de l'eau ne pouvait pas être abolie par le simple contact de la boule de verre, je l'abolissais en faisant plonger plus ou moins cette boule dans l'eau. J'ai rendu cette expérience d'une exécution plus facile et plus certaine dans ses résultats par un procédé que je vais indiquer ici, quoique ce soit anticiper sur l'ordre que je me suis proposé de suivre dans l'exposition des faits. Lorsque l'eau tient en solution une substance quelconque, elle perd de son *activité*, en sorte qu'à une température d'une certaine élévation et à la même hauteur dans le même vase, elle peut ne pas posséder plus d'*activité* que l'eau pure d'une température basse, et la plupart du temps elle en possède bien moins. Une solution d'une partie de nitrate de potasse dans 29 parties d'eau ayant, comme l'air environnant, une température de + 21°, fut placée dans une cupule de verre de 65^{mm} de diamètre, et elle y fut élevée à la hauteur de 17^{mm}. Le mouvement du camphre ne

s'établit qu'au bout d'un certain temps à la surface de cette solution, dont la profondeur était trop grande pour l'établissement immédiat de ce mouvement. Or ce mouvement ayant fini par bien s'établir, je fis descendre doucement et jusqu'au contact de la surface de cette solution une boule de verre de 16^{mm} de diamètre. A l'instant de ce contact le mouvement du camphre fut suspendu. Je remontai un peu la boule de verre de manière à ce que, quoique plus élevée que la surface du liquide, elle y adhérait cependant encore, en vertu de son attraction, qui soulevait une goutte de ce même liquide; le camphre continua à demeurer immobile. Élevant davantage la boule de verre, je lui fis quitter l'adhérence de la solution; à l'instant le mouvement du camphre se rétablit à la surface de cette solution. Dans ces expériences il n'y avait point immersion, à proprement parler, de la boule de verre, elle ne faisait que toucher la surface de l'eau, et ce contact de très peu d'étendue ne changeait ni l'étendue diamétrale du liquide, ni sa profondeur. On ne peut donc se dispenser de reconnaître que ce corps vitreux a exercé ici par lui-même une action abolissante ou *sédative* sur l'*activité* du liquide avec lequel il a été mis en simple contact.

» **52.** Ainsi la matière vitreuse agit de deux manières opposées sur l'*activité* de l'eau, suivant qu'elle remplit à l'égard de ce liquide ou l'office de *vase contenant* ou celui de *corps immergé*. Dans le premier cas cette matière communique de l'*activité* à l'eau, dans le second cas elle tend à diminuer ou à abolir l'*activité* de ce liquide. L'*action* exercée sur l'eau par la matière vitreuse est à coup sûr la même dans ces deux cas, mais sa direction est inverse; l'*action* du vase et l'*action* du corps immergé considérées, la première comme *convergente* et la seconde comme *divergente*, s'aboliraient ainsi réciproquement par leur antagonisme, et l'*inactivité* de l'eau en serait la conséquence; mais cette *inactivité* n'est que temporaire, comme le démontre l'expérience suivante. Dans une cupule cylindrique de verre de 60^{mm} de diamètre et contenant de l'eau sur laquelle le camphre se mouvait, j'ai plongé un flacon cylindrique de 35 millimètres de diamètre. Cette immersion a fait monter l'eau jusqu'aux bords de la cupule qui avait 22 millimètres de profondeur, et le mouvement du camphre s'est arrêté. La température était alors à + 15°,5. L'immobilité complète du camphre dura pendant une heure 40 minutes; alors il commença à osciller lentement sans changer de place; peu à peu ce mouvement s'accéléra, et deux heures environ après il était devenu rapide. Cependant rien ne paraissait changé dans les conditions de l'expérience; la température n'avait point varié. L'*activité* de l'eau, condition nécessaire du mouvement du

camphre, s'est donc rétablie malgré la présence continuée de la cause qui avait produit son abolition, ou, pour mieux dire, sous l'influence continuée de cette même cause. C'est ici surtout qu'est remarquable, qu'est évidente cette *réaction spontanée* déjà signalée plus haut (**37, 47**). L'immersion du corps vitreux a pour effet direct l'abolition de l'*activité* de l'eau ; mais avec le temps ce liquide s'est modifié spontanément, de manière à se soustraire à cette *action abolissante* ou *sédative* de son *activité*, et celle-ci s'est rétablie. Si l'on avait affaire ici à un être vivant, à un *appareil physiologique*, tel qu'une tige de chara, au lieu d'avoir affaire à un *appareil physique*, on dirait que cet être vivant s'*est habitué* à la cause qui d'abord l'avait influencé, et cela en se modifiant de manière à rendre nulle l'influence de cette cause qui n'a pas cessé d'être présente. C'est donc véritablement ici le phénomène physiologique de l'*habitude* trouvé dans la physique.

» **53.** J'ai répété souvent cette expérience en employant des corps vitreux de différentes grosseurs et de différentes formes, par exemple des boules de verre soit creuses, soit massives ; toujours j'ai obtenu les mêmes résultats, c'est-à-dire abolition du mouvement du camphre lorsque le corps vitreux immergé avait un volume suffisant, et rétablissement spontané de ce mouvement après un certain temps, malgré la continuité de l'immersion du corps qui avait causé cette abolition. Quelquefois ce n'est qu'au bout de plus de 24 heures que j'ai observé le retour du mouvement du camphre aboli par l'immersion d'un corps vitreux resté à demeure dans l'eau ; d'autres fois ce retour du mouvement du camphre ne s'est point montré, quoique long-temps attendu. Ces phénomènes de retard ou d'absence complète de la *réaction* dépendent des volumes réciproques de l'eau que contient le vase de verre et du corps vitreux immergé ; plus ce dernier a de volume par rapport à l'eau, plus il a de puissance pour abolir l'*activité* de ce liquide. Plusieurs petits corps vitreux produisent à cet égard le même effet qu'un seul qui aurait une grosseur déterminée.

» **54.** Ce ne sont pas seulement les corps vitreux qui, par leur immersion dans l'eau, tendent à abolir *l'activité* de ce liquide. Des expériences fort nombreuses m'ont appris que tous les corps solides jouissent de la même propriété, mais à des degrés très différents. J'ai essayé à cet égard tous les corps solides que j'ai pu rencontrer soit minéraux, soit organiques. J'ai spécialement essayé les métaux ; voici les principaux résultats de mes expériences.

» **55.** Les corps combustibles n'ont en général qu'à un très faible degré la propriété d'abolir *l'activité* de l'eau par leur immersion dans ce

liquide. Je dois dire même que je ne l'ai point observée dans le charbon, dont l'immersion dans l'eau, même sous un volume assez considérable, n'arrête point le mouvement du camphre et ne fait que diminuer la vitesse de ce mouvement. Parmi les métaux le zinc est celui qui possède au plus faible degré cette propriété d'abolir *l'activité* de l'eau. Le fer m'a paru posséder cette même propriété au plus haut degré parmi les métaux, et l'on verra que ce premier aperçu est fondé lorsque je rapporterai les expériences que j'ai faites à cet égard en employant, au lieu d'eau pure, l'eau qui tient certaines substances en solution. Je me bornerai ici à l'exposition d'une seule des expériences que j'ai faites sur la propriété que possède le fer d'abolir *l'activité* de l'eau dans laquelle il est plongé, cette expérience me paraissant digne, sous plus d'un rapport, de fixer l'attention.

» **56**. J'ai promis plus haut (**31**) de donner une suite à l'expérience dans laquelle une éprouvette de 57 millimètres de diamètre et de 194 millimètres de profondeur ayant été presque remplie d'eau, le mouvement du camphre, aboli à la surface de ce liquide par l'effet de sa trop grande profondeur relative, s'était rétabli spontanément par une température de $+ 4^\circ$. L'eau d'abord devenue *inactive* avait ainsi repris spontanément son *activité*, et la profondeur de ce liquide me permettait d'y plonger des corps solides d'une certaine longueur. Pour observer l'effet abolissant ou *sédatif* qu'ils exerçaient sur *l'activité* de ce même liquide, ce fut le fer que je choisis. Je pris plusieurs couteaux dont les lames parfaitement semblables avaient 12 centimètres de longueur et 2 centimètres de largeur; je plongeai jusqu'à la moitié de sa longueur une de ces lames dans l'eau que contenait l'éprouvette et sur laquelle le camphre offrait un mouvement assez vif. Le mouvement fut immédiatement suspendu. L'air, l'eau et les lames de fer étaient alors à la même température de $+ 4^\circ$. Je retirai la lame après un quart de minute d'immersion, et le mouvement du camphre se rétablit immédiatement. Une minute après je plongeai de nouveau la moitié de la lame de fer sans faire cesser le mouvement du camphre; il me fallut l'enfoncer en son entier dans l'eau pour produire la suspension de ce mouvement. Cette immersion ayant duré pendant une demi-minute, je retirai la lame, et le mouvement du camphre se rétablit immédiatement. Deux minutes après je plongeai de nouveau la lame dans son entier sans obtenir la suspension du mouvement du camphre. Je plongeai alors une seconde lame en son entier; l'immersion simultanée de ces deux lames fit cesser le mouvement du camphre. Je les retirai au bout d'une demi-minute, et le mouvement du camphre se rétablit immédiatement. Deux minutes après je plongeai de

nouveau les deux lames dans leur entier sans faire cesser le mouvement du camphre, et ce mouvement fut seulement très affaibli par l'immersion d'une troisième lame, il ne fut point suspendu. Ainsi *l'activité* de l'eau qui d'abord avait été abolie par l'immersion de la moitié d'une lame, n'éprouva plus cette abolition lors de la seconde épreuve: il fallut augmenter la dose du fer et la porter au double pour obtenir le même effet. A la troisième épreuve il fallut encore doubler la dose du fer immergé pour parvenir à l'abolition de *l'activité* de l'eau. Enfin à la quatrième épreuve cette dose du fer immergé fut encore doublée, c'est-à-dire fut sextuple de ce qu'elle était lors de la première épreuve, sans que *l'activité* de l'eau fût abolie; elle fut seulement diminuée considérablement. N'existe-t-il pas évidemment ici un phénomène *d'habitude?* *L'activité* de l'eau après avoir subi *l'action* modifiante d'une faible dose de fer immergé n'a pu ensuite être modifiée de même par la même dose, il a fallu l'augmenter pour obtenir le même effet, et en continuant ces épreuves il s'est trouvé que la dose du fer immergé nécessaire pour produire le même effet devint toujours croissante. Le lendemain du jour où j'avais fait cette expérience et par la même température, j'essayai de nouveau l'immersion du fer dans l'eau du même vase: il ne me fallut immerger que la moitié d'une lame pour abolir *l'activité* de l'eau et par conséquent le mouvement du camphre, de la même manière que cela avait eu lieu lors de la première épreuve faite la veille. Ainsi le repos, ou l'absence prolongée de la cause modifiante, avait rendu à *l'activité* de l'eau sa facilité première à subir *l'action* modifiante du fer immergé. *L'habitude* contractée la veille et en vertu de laquelle il n'y avait plus que de fortes doses de fer immergé qui eussent le pouvoir de modifier *l'activité* de l'eau, avait disparu. Je fais observer ici que cette expérience ne peut réussir que par une basse température; alors *l'activité* de l'eau est faible et par conséquent facile à modifier par les agents qui sont susceptibles de produire cet effet; tandis que lorsque la température est élevée, *l'activité*, qui est alors très forte dans l'eau, résiste par cela même davantage aux causes qui tendent à la modifier.

» 57. Ces expériences fournissent le moyen d'expliquer facilement pourquoi une aiguille enfoncée dans un mérithalle de chara, jusqu'au contact de son liquide circulant, abolit la circulation de ce liquide. Cette aiguille est un corps solide, dont le simple contact avec ce liquide est suffisant pour abolir *l'activité* de ce dernier, et pour suspendre, par conséquent, l'action motrice exercée par les globules verts, qui sont des corps *camphoroïdes*. Si l'on joint à cette considération que cette aiguille est de

fer, métal qui possède éminemment la propriété d'abolir l'*activité* de l'eau par son immersion dans ce liquide, on verra que l'introduction de cette aiguille dans l'intérieur du tube central, où circule le liquide du chara, présente une cause très suffisante de l'abolition de cette circulation.

» **58**. Jusqu'ici je n'ai envisagé les corps solides immergés que sous le point de vue de l'effet abolissant ou *sédatif* qu'ils produisent sur l'*activité* de l'eau; mais l'observation apprend qu'ils produisent aussi un effet *stimulant* de l'*activité* de l'eau; et ce second effet est dû à une *réaction*. Voici des expériences qui établiront ce fait, lequel sera prouvé surabondamment dans la suite de ce Mémoire.

» **59**. Lorsque le mouvement du camphre a été suspendu par l'immersion d'un corps vitreux, ce mouvement se rétablit toujours au moment même où ce corps est retiré de l'eau. Il n'y a là, en apparence, que deux faits : celui de la suspension d'un mouvement par l'effet d'un obstacle, et celui du rétablissement de ce même mouvement lorsque l'obstacle est enlevé. Or il y a certains corps qui, par leur immersion, privent tellement l'eau de son *activité*, qu'elle en demeure encore privée après leur ablation, en sorte que le mouvement du camphre sur la surface de ce liquide ne se rétablit point alors, bien qu'il doive se rétablir spontanément plus tard. Au nombre de ces corps sont les doigts de l'homme. Il suffit de plonger, pendant peu d'instants, le bout d'un doigt dans une quantité peu considérable d'eau, pour y abolir le mouvement du camphre, et ce mouvement continue à demeurer suspendu après que le doigt est retiré. Cet effet est moins prompt lorsque les doigts sont froids. Or, après avoir ainsi suspendu le mouvement du camphre, je plongeai dans l'eau, pendant une minute seulement, une boule de verre de 21^{mm} de diamètre : au moment où je la retirai, le mouvement du camphre se rétablit; ce qui ne serait arrivé que bien plus tard si la boule de verre n'avait pas été plongée. Dans une expérience analogue, le mouvement du camphre fut rétabli dès le moment de l'immersion d'un petit morceau de soufre, en sorte que l'immersion de ce corps solide paraissait avoir produit ici un effet *stimulant de l'activité* de l'eau. Je fais observer que le morceau de soufre était petit, car s'il eût été volumineux, il eût produit, au contraire, un effet *sédatif de l'activité* de l'eau, comme le prouve l'expérience suivante : Le camphre offrant son mouvement ordinaire sur de l'eau placée à la hauteur de 10^{mm} dans une cupule de verre de 40^{mm} de diamètre, je plongeai à demeure dans cette eau un bâton de soufre de 27^{mm} de diamètre; le mouvement du camphre s'arrêta, et il ne commença à se réta-

blir spontanément que plus de vingt-quatre heures après, et cela par une température de + 14 à 15 degrés. Employé en grand volume, relativement au volume de l'eau, le soufre produit donc sur l'*activité* de ce liquide un énergique effet *sédatif*, que suit assez longtemps après le rétablissement par *réaction* de cette même *activité*. Au contraire, employé en petit volume, relativement au volume de l'eau antérieurement privée de son *activité*, le soufre semble produire un effet *stimulant* de cette même *activité*, puisqu'il la rétablit immédiatement. Ce rétablissement n'est point dû à son effet *direct*, puisque cet effet est *sédatif*; il est donc dû à ce qu'il provoque la *réaction*. Ainsi la *stimulation de l'activité* de l'eau n'est qu'apparente: c'est un effet indirect dû à la *réaction*. Les corps solides volumineux plongés dans l'eau produisent ainsi avec énergie l'abolition, ou la *sédation de l'activité* de ce liquide, et ils s'opposent avec la même énergie à l'établissement de la *réaction* par laquelle cette *activité* tend à se rétablir spontanément. Les corps solides peu volumineux, au contraire, étant plongés dans l'eau, tendent faiblement à abolir l'*activité* de l'eau, et ils ne s'opposent de même que faiblement à l'établissement de la *réaction* qui tend à rétablir cette *activité*: il en résulte que cette *réaction* est rapide, en sorte que le corps solide immergé a semblé *stimuler* cette même *activité*. Parmi les métaux, le zinc produit des effets semblables; immergé sous un grand volume, relativement au volume de l'eau, il produit la suspension du mouvement du camphre, et, par conséquent, la *sédation* de l'*activité* de l'eau; immergé sous un petit volume, relativement au volume de l'eau, il rétablit, au contraire, le mouvement antérieurement suspendu du camphre. Ainsi ce mouvement n'existant point par l'effet de la trop grande profondeur relative de l'eau, on peut le rétablir par l'immersion instantanée d'une petite lame de zinc, ou d'un petit morceau de charbon.

» **60**. Les corps solides immergés qui, ainsi qu'on vient de le voir, exercent une action abolissante ou *sédative* sur l'*activité* de l'eau, ont tous été mis en expérience lorsqu'ils avaient la même température que celle de l'eau dans laquelle ils étaient plongés; il n'y a d'exception à cet égard que pour les doigts; j'ai signalé plus haut (**59**) l'action éminemment *sédative* qu'exerce leur immersion sur l'activité de l'eau. J'ai voulu savoir si cet effet provenait de ce qu'ils possédaient une chaleur très supérieure à celle de ce liquide. Pour m'en assurer, j'ai fait l'expérience suivante: j'avais expérimenté qu'une boule de verre massive plongée dans l'eau que contenait une cupule de verre, y occasionnait constamment la suspension du mouvement

du camphre. Ayant mis dans cette cupule la même quantité d'eau, j'y plongeai cette même boule de verre qui avait séjourné assez de temps dans de l'eau échauffée à + 45° pour prendre cette même température. Le mouvement du camphre ne fut point arrêté, comme il l'avait été précédemment, par l'immersion de cette même boule de verre lorsqu'elle possédait la même température que celle de l'eau dans laquelle elle avait été plongée. Ainsi l'*activité* de l'eau n'est point abolie par l'immersion d'un corps solide plus chaud que ce liquide dans les limites que je viens d'indiquer. Cette expérience prouve que ce n'est point à l'excès de la chaleur des doigts sur la chaleur de l'eau qu'il faut attribuer l'effet abolissant ou *sédatif* si énergique qu'exerce leur immersion sur l'*activité* de l'eau. J'ignore quelle est la cause de cet effet si supérieur à celui qui est produit par l'immersion des autres corps solides. Serait-il dû à la nature épidermique et cornée des téguments des doigts? Pour le savoir, j'ai plongé des morceaux de corne échauffés à environ + 40° dans la même quantité d'eau et dans le même vase qui avait servi à mes expériences précédentes, et j'ai vu que ces morceaux de corne, quoique plus volumineux qu'un doigt par leur ensemble, quoique échauffés à peu près à la même température, n'abolissaient point l'*activité* de l'eau et par suite le mouvement du camphre; ce mouvement continuait d'avoir lieu pendant leur immersion. Peut-être est-ce à la solution dans l'eau de la petite quantité de transpiration qui émane du doigt pendant sa courte immersion qu'il faut attribuer cet effet.

» **61**. D'après la propriété que possèdent tous les corps solides de diminuer ou d'abolir l'*activité* de l'eau par leur immersion, on sent que j'ai dû m'abstenir de plonger le thermomètre dans les liquides soumis à mes expériences pour connaître leur température; je me contentais d'observer la température de l'air environnant au milieu duquel ils se trouvaient depuis long-temps.

» Dans la troisième partie de ce Mémoire j'exposerai mes expériences relatives à l'influence qu'exercent les agents chimiques sur l'*activité* de l'eau. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la chaleur spécifique des corps simples et des corps composés; par* M. V. Regnault. (Deuxième Mémoire.)

Sur les chaleurs spécifiques des corps composés solides et liquides.

L'auteur expose les principales recherches expérimentales qui ont été faites jusqu'à ce jour sur la chaleur spécifique des corps composés. Il insiste principalement sur les travaux de MM. Neumann et Avogadro.

« Il développe ensuite ses procédés d'expériences et les précautions qu'il faut prendre pour obtenir des résultats exacts.

» La question des chaleurs spécifiques des corps composés, peut être envisagée sous deux points de vue; on peut se demander,

» 1°. S'il existe dans chaque classe de corps composés une relation semblable à celle qui a été découverte par Dulong et Petit dans les corps simples? C'est le point de vue qui a été abordé par M. Neumann.

» 2°. Existe-t-il un rapport simple entre la chaleur spécifique d'un corps composé et celles des substances élémentaires qui le constituent? Cette seconde question, qui comprend nécessairement la première, a été traitée par M. Avogadro.

» Je ne m'occuperai, dans ce Mémoire, que de la recherche des relations qui peuvent exister dans chaque classe de composés chimiques, et je n'aborderai pas pour le moment la seconde question. On se convaincra facilement en étudiant les résultats obtenus sur les composés solides et liquides qui font l'objet de ce travail, que ces corps ne se prêtent pas d'une manière sûre à la recherche des relations qui peuvent exister entre les chaleurs spécifiques des corps composés et celles de leurs éléments constituants. Je me propose d'aborder cette dernière question, lorsque j'aurai terminé mes recherches sur la chaleur spécifique des corps gazeux.

» Je passe tout de suite à l'exposé des résultats obtenus dans mes expériences. Je les diviserai en cinq sections :

» La première section renferme les alliages métalliques;

» La deuxième renferme les oxides;

» La troisième comprend les sulfures;

» La quatrième renferme les chlorures, bromures, iodures;

» La cinquième comprend les sels formés par les oxides avec les oxacides.

TABLEAU des chaleurs spécifiques des corps composés.

NOMS DES SUBSTANCES.	CHALEURS spécifiques.	MOYENNE.	POIDS atomiques adoptés.	PRODUIT des chaleurs spécifiques par les poids atomiques.	CHALEURS spécifiques calculées.
PREMIÈRE SECTION. — Alliages métalliques.					
Division A.					
1 at. plomb, 1 at. étain	0,04058		Moyen.		
	0,04087	0,04073	1014,9	41,34	0,04039
1 at. plomb, 2 at. étain	0,04526				
	0,04487	0,04506	921,7	41,53	0,04461
1 at. plomb, 1 at. antimoine	0,03877				
	0,03882	0,03880	1050,5	40,76	0,03883
1 at. bismuth, 1 at. étain	0,04024				
	0,03977	0,04000	1032,8	41,31	0,03987
1 atome bismuth, 2 atomes étain	0,04500				
	0,04507	0,04504	933,7	42,05	0,04415
1 atome bismuth, 2 at. étain, 1 at. antimoine	0,04674				
	0,04567	0,04621	901,8	41,67	0,04564
1 at. bismuth, 2 at. étain, 1 at. antimoine,	0,05701				
2 at. zinc	0,05612	0,05657	735,6	41,61	0,05479
Division B.					
1 atome plomb, 2 at. étain, 1 at. bismuth	0,04512				
	0,04439	0,04476	1023,9	45,83	0,04012
1 at. plomb, 2 at. étain, 2 at. bismuth	0,06077				
	0,06087	0,06082	1085,2	66,00	0,03785
1 atome mercure, 1 atome étain	0,07235				
	0,07353	0,07294	1000,5	72,97	0,04172
1 atome mercure, 2 atomes étain	0,06591	0,06591	912,1	60,12	0,04563
1 atome mercure, 1 atome plomb	0,03824				
	0,03829	0,03827	1280,1	48,99	0,03234
DEUXIÈME SECTION. — Oxides.					
A. *Oxides* RO.					
Protoxide de plomb, en poudre	0,05117				
	0,05119	0,05118	1394,5	71,34	
fondu	0,05096				
	0,05074				
	0,05097	0,05089	1394,5	70,94	
Oxide de mercure	0,05149				
	0,05210	0,05179	1365,8	70,74	
Protoxide de manganèse	0,15635				
	0,15768	0,15701	445,9	70,01	
Oxide de cuivre	0,14201	0,14201	495,7	70,39	
Oxide de nickel	0,16278				
	0,16190	0,16234	469,6	76,21	
			Moyenne....	71,90	

NOMS DES SUBSTANCES.	CHALEURS spécifiques.	MOYENNE.	POIDS atomiques adoptés.	PRODUIT des chaleurs spécifiques par les poids atomiques.
Suite de la deuxième Section.				
Magnésie	0,24394	0,24394	258,4	63,03
Oxide de zinc	0,12378 0,12657 0,12301 0,12582	0,12480	503,2	62,77
B. *Oxides* R^2O^3.				
Peroxide de fer (fer oligiste)	0,16658 0,16754 0,16672	0,16695	978,4	163,35
Colcothar peu calciné	0,17569	0,17569	978,4	171,90
— calciné une deuxième fois	0,17167	0,17167	978,4	168,00
Colcothar fortement calciné	0,16921			
— — une deuxième fois	0,16707	0,16814	978,4	164,44
Acide arsénieux	0,13072 0,12624 0,12663 0,12696	0,12786	1240,1	158,56
Oxide de chrôme	0,18083 0,17809 0,17990	0,17960	1003,6	180,01
Oxide de bismuth	0,06163 0,06065 0,06042	0,06053	2960,7	179,22
Oxide d'antimoine	0,09111 0,08983 0,08932	0,09009	1912,9	172,34
			Moyenne....	169,73
Alumine (corindon)	0,19762	0,19762	642,4	126,87
— (saphir)	0,21732	0,21732	642,4	139,61
C. *Oxides* RO^2.				
Acide stannique	0,09382 0,09328 0,09268	0,09326	935,3	87,23
Acide titanique (artificiel)	0,17227 0,17101	0,17164	503,7	86,45
Acide titanique (rutile)	0,17028 0,17036	0,17032	503,7	85,79
			Moyenne.....	86,49
Acide antimonieux	0,09579 0,09431 0,09596	0,09535	1006,5	95,92

NOMS DES SUBSTANCES.	CHALEURS spécifiques.	MOYENNE.	POIDS atomiques adoptés.	PRODUIT des chaleurs spécifiques par les poids atomiques.
Suite de la deuxième Section.				
D. *Oxides* RO^3.				
Acide tungstique	0,07963			
	0,08003	0,07983	1483,2	118,38
Acide molybdique	0,13705			
	0,12775	0,13240	898,5	118,96
Acide silicique	0,19196			
	0,19045			
	0,19163	0,19132	577,5	110,48
Acide borique	0,23872			
	0,23615	0,23743	436,0	103,52
E. *Oxides complexes.*				
Oxide de fer magnétique	0,16686			
	0,16872	0,16780	1417,6	237,87
TROISIÈME SECTION. — SULFURES.				
A. *Sulfures* RS.				
Protosulfure de fer	0,13532			
	0,13674			
	0,13570			
	0,13504	0,13570	540,4	73,33
Sulfure de nickel	0,12804			
	0,12820			
	0,12814	0,12813	570,8	73,15
Sulfure de cobalt	0,12581			
	0,12443	0,12512	570,0	71,34
Sulfure de zinc	0,12305			
	0,12300	0,12303	604,4	74,35
Sulfure de plomb	0,05086			
	0,05107			
	0,05065	0,05086	1495,6	76,00
Sulfure de mercure	0,05137			
	0,05149			
	0,05067			
	0,05116	0,05117	1467,0	75,06
Protosulfure d'étain	0,08408			
	0,08322	0,08365	936,5	78,34
			Moyenne....	74,51
B. *Sulfures* R^2S^3.				
Sulfure d'antimoine	0,08462			
	0,08344	0,08403	2216,4	186,21

NOMS DES SUBSTANCES.	CHALEURS spécifiques.	MOYENNE.	POIDS atomiques adoptés.	PRODUIT des chaleurs spécifiques par les poids atomiques.
Suite de la troisième Section. — B. *Sulfures* $R^2 S^3$.				
Sulfure de bismuth	0,06038			
	0,05965	0,06002	3264,2	195,90
			Moyenne	191,06
C. *Sulfures* $R S^2$.				
Bisulfure de fer (pyrite)	0,12927			
	0,13079			
	0,12969			
	0,13061	0,13009	741,6	96,45
Bisulfure d'étain	0,11788			
	0,12076	0,11932	1137,7	135,66
Sulfure de molybdène	0,12337			
	0,12172			
	0,12493	0,12334	1001,0	123,46
			Moyenne	129,56
D. *Sulfures* $R^2 S$.				
Sulfure de cuivre	0,12165			
	0,12121			
	0,12068	0,12118	992,0	120,21
Sulfure d'argent	0,07467			
	0,07411			
	0,07533			
	0,07419	0,07460	1553,	115,86
E. *Sulfures complexes.*				
Pyrite magnétique	0,16095			
	0,15948	0,16023	?	
QUATRIÈME SECTION. — CHLORURES, BROMURES, IODURES, FLUORURES.				
A. *Chlorures* $R^2 Cl^2$.				
Chlorure de sodium	0,21362			
	0,21440	0,21401	733,5	156,97
Chlorure de potassium	0,17448			
	0,17142	0,17295	932,5	161,19
Protochlorure de mercure	0,05213			
	0,05196	0,05205	2974,2	154,80
Protochlorure de cuivre	0,13929			
	0,13725	0,13827	1234,0	156,83
Chlorure d'argent	0,09084			
	0,09157			
	0,09086	0,09109	1794,2	163,42
			Moyenne	158,64
B. *Chlorures* $R Cl^2$.				
Chlorure de barium	0,08891			
	0,09023	0,08957	1299,5	116,44

NOMS DES SUBSTANCES.	CHALEURS spécifiques.	MOYENNE.	POIDS atomiques adoptés.	PRODUIT des chaleurs spécifiques par les poids atomiques.
Suite de la quatrième Section. — B. *Chlorures* R Cl².				
Chlorure de strontium	0,11972			
	0,12008	0,11990	989,9	118,70
Chlorure de calcium	0,16453			
	0,16385	0,16420	698,6	114,72
Chlorure de magnésium	0,19460	0,19460	601,0	118,54
Chlorure de plomb	0,06623			
	0,06643			
	0,06656	0,06641	1737,1	115,35
Protochlorure de mercure	0,06957			
	0,06821	0,06889	1708,4	117,68
Chlorure de zinc	0,13618	0,13618	845,8	115,21
Perchlorure d'étain	0,10192			
	0,10131	0,10161	1177,9	119,59
			Moyenne....	117,03
Chlorure de manganèse	0,14335			
	0,14175	0,14255	788,5	112,51
C. *Chlorides volatils* R Cl⁴.				
Chloride d'étain	0,14705			
	0,14813	0,14759	1620,5	239,18
Chloride de titane	0,18675			
	0,19028			
	0,18732	0,19145	1188,9	227,63
			Moyenne.....	233,40
D. *Chlorides volatils* R² Cl⁶.				
Chlorure d'arsenic	0,17478			
	0,17603			
	0,17730	0,17604	2267,8	399,26
Chlorure de phosphore	0,21114			
	0,20730	0,20922	1720,1	359,86
			Moyenne....	379,51
A'. *Bromures* R² Br².				
Bromure de potassium	0,11347			
	0,11297	0,11322	1468,2	166,21
Bromure d'argent	0,07278			
	0,07422			
	0,07473	0,07391	2330,0	173,31
			Moyenne....	169,76
Bromure de sodium	0,13872			
	0,13812	0,13842	1269,2	175,65

NOMS DES SUBSTANCES.	CHALEURS spécifiques.	MOYENNE.	POIDS atomiques adoptés.	PRODUIT des chaleurs spécifiques par les poids atomiques.
Suite de la quatrième Section.				
B′. *Bromures* RBr^2.				
Bromure de plomb	0,05393			
	0,05357			
	0,05243			
	0,05313	0,05326	2272,8	121,00
A″. *Iodures* R^2I^2.				
Iodure de potassium	0,08199			
	0,08114			
	0,08203			
	0,08248	0,08191	2068,2	169,38
Iodure de sodium	0,08701			
	0,08667	0,08684	1869,2	162,30
Proto-iodure de mercure	0,03967			
	0,03930	0,03949	4109,3	162,34
Iodure d'argent	0,06147			
	0,06158			
	0,06173	0,06159	2929,9	180,45
Proto-iodure de cuivre	0,06580			
	0,07159	0,06869	2369,7	162,81
			Moyenne	167,45
B″. *Iodures* RI^2.				
Iodure de plomb	0,04269			
	0,04274			
	0,04258	0,04267	2872,8	122,54
Iodure de mercure	0,04115			
	0,04176			
	0,04301	0,04197	2844,1	119,36
			Moyenne	120,95
B‴. *Fluorures* RFl^2.				
Fluorure de calcium	0,21458			
	0,21456			
	0,21562			
(calciné)	0,21686	0,21492	489,8	105,31
CINQUIÈME SECTION. — SELS.				
A. *Nitrates* $Az^2O^5 + R^2O$.				
Nitrate de potasse	0,23746			
	0,24004	0,23875	1266,9	302,49
Nitrate de soude	0,27856			
	0,27786	0,27821	1067,9	297,13
Nitrate d'argent	0,14352	0,14352	2128,6	305,55
			Moyenne	301,72

NOMS DES SUBSTANCES.	CHALEURS spécifiques	MOYENNE.	POIDS atomiques adoptés.	PRODUIT des chaleurs spécifiques par les poids atomiques.
Suite de la cinquième Section.				
Nitrates $Az^2O^5 + RO$.				
Nitrate de baryte	0,15212			
	0,15244	0,15228	1633,9	248,83
B. *Chlorates* $Cl^2O^5 + R^2O$.				
Chlorate de potasse	0,20990			
	0,20922	0,20956	1532,4	321,04
C. *Phosphates* $P^2O^5 + 2R^2O$ (Pyrophosphates).				
Phosphate de potasse	0,19179			
	0,19025	0,19102	2072,1	395,79
Phosphate de soude	0,22868			
	0,22798	0,22833	1674,1	382,22
			Moyenne	389,01
Phosphate $P^2O^5 + 2RO$.				
Phosphate de plomb	0,08150			
	0,08265	0,08208	3681,3	302,14
Métaphosphate $P^2O^5 + RO$.				
Métaphosphate de chaux	0,19822			
	0,20025	0,19923	1248,3	248,64
Phosphate $P^2O^5 + 3RO$.				
Phosphate de plomb	0,07951			
	0,08013	0,07982	4985,8	397,96
D. ARSÉNIATES. — *Arséniate* $Az^2O^5 + R^2O$.				
Arséniate de potasse	0,15696			
	0,15357			
	0,15840	0,15631		
Arséniate de plomb $Ar^2O^5 + 3PbO$.				
Arséniate de plomb	0,07231			
	0,07329	0,07280	5623,5	409,37
E. *Sulfates* $SO^3 + R^2O$.				
Sulfate de potasse	0,19034			
	0,18987	0,19010	1091,1	207,40
Sulfate de soude	0,23143			
	0,23087	0,23115	892,1	206,21
			Moyenne	206,80
Sulfates $SO^3 + RO$.				
Sulfate de baryte	0,11293			
	0,11276	0,11285	1458,1	164,54
Sulfate de strontiane	0,14331			
	0,14227	0,14279	1148,5	164,01

NOMS DES SUBSTANCES.	CHALEURS spécifiques.	MOYENNE.	POIDS atomiques adoptés.	PRODUIT des chaleurs spécifiques par les poids atomiques.
Suite de la cinquième Section. — Sulfates $SO^3 + RO$.				
Sulfate de plomb	0,08734			
	0,08711	0,08723	1895,7	165,39
Sulfate de chaux	0,19656	0,19656	857,2	168,49
Sulfate de magnésie	0,22159	0,22159	759,5	168,30
			Moyenne	166,15
F. *Chromates.*				
Chromate de potasse	0,18493			
	0,18517	0,18505	1241,7	229,83
Bichromate de potasse	0,18899			
	0,18975	0,18937	1893,5	358,67
G. BORATES. — *Borates* $B^2O^6 + R^2O$.				
Borate de potasse	0,21932			
	0,22018	0,21975	1461,9	321,27
Borate de soude	0,23758			
	0,23888	0,23823	1262,9	300,88
			Moyenne	311,07
Borates $B^2O^6 + RO$.				
Borate de plomb	0,11441			
	0,11377	0,11409	2266,5	258,60
Borates $B^2O^6 + 2R^2O$.				
Borate de potasse	0,20551			
	0,20405	0,20478	1025,9	219,52
Borate de soude	0,25683			
	0,25734	0,25709	826,9	212,60
			Moyenne	216,06
Borates $BO^6 + 2RO$.				
Borate de plomb	0,09004			
	0,09088	0,09046	1830,5	165,54
H. *Tungstates.*				
Wolfram	0,09738			
	0,09823	0,09780		187,97
I. *Silicates.*				
Zircon	0,14561			
	0,14555			
J. CARBONATES. — *Carbonates* $CO^2 + R^2O$.				
Carbonate de potasse	0,21563			
	0,21683	0,21623	865,0	187,04

NOMS DES SUBSTANCES.	CHALEURS spécifiques.	MOYENNE.	POIDS atomiques adoptés.	PRODUIT des chaleurs spécifiques par les poids atomiques.
Suite de la cinquième Section.— Carbonates $CO^2 + R^2O$.				
Carbonate de soude	0,27261			
	0,27289	0,27275	666,0	181,65
			Moyenne	184,35
Carbonates $CO^2 + RO$.				
Carbonate de chaux. *a*. Spath d'Islande	0,20737			
	0,21078			
	0,20750			
	0,20865			
	0,20942			
b	0,20829			
	0,20793	0,20858	631,0	131,61
Arragonite	0,20934			
	0,21020			
	0,20806			
	0,20769			
	0,20720	0,20850	631,0	131,56
Marbre saccharoïde blanc	0,21656			
	0,21465			
	0,21571			
	0,21710			
	0,21522	0,21585	631,0	136,20
Marbre saccharoïde gris	0,21016			
	0,20963	0,20989	631,0	132,45
Craie blanche	0,21401			
	0,21569	0,21485	631,0	135,57
Carbonate de baryte	0,11008			
	0,11068	0,11038	1231,9	135,99
Carbonate de strontiane	0,14539			
	0,14428	0,14483	922,3	133,58
Carbonate de fer	0,19386			
	0,19303	0,19345	714,2	138,16
			Moyenne	134,40
Carbonate de plomb	0,08596	0,08596	1669,5	143,55
Dolomie (1)	0,21661			
	0,21824	0,21743	582,2	126,59

(1) La dolomie et le carbonate de plomb étaient impurs : la dolomie renfermait des filets de pyrite ; le carbonate de plomb dégageait encore de l'eau à la calcination.

» Discutons maintenant les résultats renfermés dans le tableau général, en examinant successivement les diverses sections qui le composent.

Première section.

» La première section du tableau, qui comprend les alliages métalliques, nous présente deux séries A et B.

» La série A se compose des alliages qui, à 100°, sont encore loin de leur point de fusion : pour tous ces alliages, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique moyen reste sensiblement constant. Le produit ne varie en effet que de 40,76 à 42,05. Ces limites de variation sont à peu près celles entre lesquelles se trouvent compris les métaux simples qui entrent dans la constitution des alliages. On peut donc énoncer cette loi : *La chaleur spécifique des alliages, à une distance un peu grande de leur point de fusion, est exactement la moyenne des chaleurs spécifiques des métaux qui les composent.*

» La grande concordance que l'on remarque entre les chaleurs spécifiques déterminées par l'expérience et les nombres renfermés dans la dernière colonne du tableau, et qui ont été calculés d'après la loi précédente, me paraît mettre cette loi hors de doute.

» La série B renferme les alliages qui fondent vers 100° ou à quelques degrés au-dessus. Nous y trouvons d'abord deux alliages, plomb, étain et bismuth, qui sont compris dans les alliages que l'on désigne sous le nom d'*alliages fusibles de d'Arcet ;* le premier fond à 20 ou 30° au-dessus de la température de l'eau bouillante, le second fond déjà vers 97°. Le produit de la chaleur spécifique du premier alliage, par son poids atomique moyen, est 45,83, nombre beaucoup plus fort que ceux que nous avons trouvés sur les alliages A. L'alliage le plus fusible a donné un produit encore bien plus grand, car ce produit est 66, c'est-à-dire une fois et demie le nombre donné par la première série d'alliages. Les amalgames m'ont donné également des produits beaucoup plus forts, quoique la chaleur spécifique du mercure liquide entre 0 et 100° ne donne que le produit 42, c'est-à-dire à peu de chose près le même que celui des métaux solides qui formaient notre première série d'alliages.

» Ainsi tous les alliages renfermés dans la série B s'écartent complétement de la loi que je viens d'énoncer. Cette divergence doit être attribuée à deux causes :

» 1°. Ces alliages sont très rapprochés de leur point de fusion à la li-

mite supérieure de température, à partir de laquelle on prend la chaleur spécifique; par suite la capacité trouvée est à son maximum.

» 2°. Ces alliages se ramollissent, ou se désagrègent presque complétement en approchant de cette température; par suite ils renferment déjà presque toute la chaleur latente qui leur est nécessaire pour opérer le passage de l'état solide à l'état liquide. On remarque, en effet, que c'est dans les alliages qui deviennent les plus mous à 100° que l'on trouve les nombres les plus forts pour les produits des chaleurs spécifiques par les poids atomiques moyens.

» Ainsi, pour tous les alliages de la deuxième série B, on trouve des capacités calorifiques beaucoup plus grandes que celles qui satisfont à la loi qui paraît régir les chaleurs spécifiques des alliages à une grande distance de leur point de fusion. Il est probable que les alliages B présenteraient une divergence moins grande si l'on déterminait leur chaleur spécifique seulement entre 0 et 50°. C'est ce que je me propose de vérifier bientôt.

» Il est à remarquer que les alliages de la première série ont constamment des chaleurs spécifiques un peu plus grandes que les chaleurs spécifiques moyennes calculées. Cela peut tenir, d'une part, à ce que le point de fusion de ces alliages est toujours plus bas que la moyenne des points de fusion des métaux composants, et de l'autre, à ce que la densité des alliages est constamment plus faible que la densité moyenne. J'ai cru d'abord que la comparaison de la densité des alliages avec la densité moyenne pouvait conduire à quelque résultat important, et je me suis appliqué à déterminer ces densités avec soin, mais je n'ai rien reconnu de général qui méritât d'être mentionné.

Deuxième section.

» La deuxième section renferme les oxides.

» La première série A renferme les oxides à un seul atome d'oxigène. Les oxides de plomb, de mercure, de manganèse, de cuivre, de nickel donnent pour produits de leurs chaleurs spécifiques par leurs poids atomiques des nombres très peu différents. Le nombre donné par l'oxide de nickel diverge seul d'une manière notable, mais il convient d'observer que la chaleur spécifique de l'oxide de nickel est trop forte, comme j'ai eu soin de l'indiquer en rapportant les expériences faites sur cette substance, à cause du dégagement de chaleur qui a eu lieu au moment où la matière poreuse s'imbibe d'eau.

» Ainsi, pour tous les oxides sus-mentionnés, on peut dire que *leurs chaleurs spécifiques sont en raison inverse de leurs poids atomiques*. Les divergences sont du même ordre que celles que j'ai trouvées dans la loi de la chaleur spécifique des corps simples.

» Nous trouvons dans la même série A deux oxides, les oxides de magnésium et de zinc qui présentent, pour produits de leurs capacités calorifiques par leurs poids atomiques (produits que, pour simplifier le langage, je désignerai souvent par *chaleurs atomiques*), des nombres sensiblement égaux entre eux, mais très différents de ceux que nous avons trouvés dans les premiers oxides de même formule. Ces produits sont, en effet, 63 au lieu de 72. Ces oxides font, par conséquent, exception à la loi; je chercherai tout-à-l'heure à expliquer à quoi tient cette anomalie.

» La magnésie et l'oxide de zinc présentent un isomorphisme complet; il est remarquable que l'analogie se continue dans leurs chaleurs spécifiques.

» La série B renferme les oxides de la formule R^2O^3; nous trouvons dans cette série un oxide dont la chaleur atomique est beaucoup plus faible que celle des autres oxides de même composition, c'est l'alumine à l'état de corindon et de saphir. Pour les autres oxides, le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique varie de 158,6 à 180, c'est-à-dire à peu près de 8 à 9. La divergence est notable, mais elle est toujours du même ordre que celle qui se présente dans les corps simples. Ainsi, en mettant de côté l'alumine à l'état de corindon, on peut énoncer sur les oxides R^2O^3 la loi qui s'applique aux oxides RO.

» Il est bon de remarquer que la plus grande chaleur atomique a été trouvée pour l'oxide de chrôme, mais j'ai déjà indiqué plus haut que la chaleur spécifique trouvée pour ce corps était trop forte, parce qu'il avait dégagé une quantité sensible de chaleur au moment de son imbibition par l'eau.

» Les expériences consécutives faites sur le colcothar nous montrent un corps dont la capacité calorifique va en diminuant à mesure que la calcination produit une agrégation plus grande. Cette capacité calorifique finit par devenir la même que celle du fer oligiste naturel.

» La série B nous montre deux oxides à deux atomes d'oxigène parfaitement isomorphes, les acides stannique et titanique. Ces oxides présentent des chaleurs atomiques parfaitement égales. L'acide titanique préparé par dissolution et calcination a donné la même chaleur spécifique que l'oxide naturel ou *rutile*.

» J'ai placé dans la même série l'acide antimonieux, qui a une chaleur atomique plus forte de $\frac{1}{10}$ que celle des deux oxides précédents. Mais la nature de ce composé me paraît encore tout-à-fait incertaine. Ce corps pourrait bien être, non pas un oxide particulier SbO^2 ou Sb^2O^4, mais un oxide complexe $Sb^2O^3 + Sb^2O^5$, un antimoniate d'oxide d'antimoine; on ne connaît en effet jusqu'ici aucune combinaison nettement définie dans laquelle entre l'acide antimonieux.

» La série D renferme les oxides supposés à 3 atomes d'oxigène. Deux oxides, les acides tungstique et molybdique, qui présentent tant de ressemblance dans leurs propriétés chimiques, ont des chaleurs atomiques identiques. Cependant cette identité absolue pourrait bien n'être qu'apparente, parce que les deux nombres trouvés pour l'acide molybdique s'écartent plus l'un de l'autre que cela n'a lieu ordinairement dans mes expériences. Cet écart tient à quelque erreur d'observation que je n'ai pas été à même de rectifier.

» Les acides silicique et borique ont été placés dans la même série, bien qu'il ne soit pas encore démontré que ce soit là leur place, si ces acides doivent être considérés comme des oxides à 3 atomes d'oxigène; alors on voit que dans les oxides de la formule RO^3 les produits des chaleurs spécifiques par les poids atomiques varient de 103 à 118,4, ou de 8 à 9 environ.

» En résumant tout ce qui vient d'être dit sur les oxides de différentes formules, je crois que l'on peut énoncer cette loi : *Dans les oxides métalliques de même formule chimique les chaleurs spécifiques sont en raison inverse des poids atomiques.*

» Cette loi est loin de s'appliquer d'une manière rigoureuse aux nombres donnés par l'expérience; mais elle s'y applique dans les limites où la loi analogue a été trouvée exacte pour les corps simples. Deux oxides de même formule satisfont d'autant mieux à la loi, que ces oxides présentent un isomorphisme plus complet.

» La magnésie et l'oxide de zinc d'une part, l'alumine à l'état de corindon de l'autre, présentent une divergence beaucoup plus grande. Cette divergence est même telle, qu'il est impossible d'étendre la loi jusqu'à ces substances. Mais je crois que cette anomalie peut être expliquée de la manière suivante :

» Un même corps peut avoir plusieurs chaleurs spécifiques suivant son état d'agrégation. A mesure que l'agrégation d'un corps augmente, sa capacité calorifique diminue. Les expériences que j'ai citées sur le colcothar peuvent être considérées comme venant à l'appui de la proposition que

j'énonce. Un corps qui prend beaucoup d'agrégation perd souvent complétement ses propriétés chimiques les plus caractéristiques. Ainsi si ce corps est un oxide, il devient, en s'agrégeant fortement, insoluble ou au moins difficilement soluble dans les acides. C'est précisément ce qui se présente à un haut degré dans les oxides qui font exception à la loi. Ce changement ne peut évidemment avoir lieu que dans les oxides qui ne se fondent pas. La calcination pour la magnésie et l'oxide de zinc, l'agrégation naturelle pour le corindon, ont amené ces substances à un état où elles ne sont plus que difficilement solubles dans les acides. Je crois que ces corps peuvent exister avec des chaleurs spécifiques plus fortes que celles que je leur ai trouvées et qui les feraient rentrer dans la loi générale. Quelques expériences tentées dans cette direction, mais qui sont encore trop imparfaites pour être publiées, m'ont confirmé dans cette opinion.

» Je crois même que ce changement de chaleur spécifique correspondant à un changement d'agrégation, donne l'explication d'un phénomène bien connu des chimistes et des physiciens, je veux parler de l'incandescence qui se manifeste subitement dans certains oxides, quand on les soumet à une chaleur graduellement croissante. Il se produit alors un changement dans la disposition moléculaire du corps, un changement d'agrégation qui se manifeste dans les caractères chimiques. En effet, la substance qui était facilement soluble dans les acides, avant son incandescence, est devenue très difficilement soluble, quelquefois même insoluble après. L'incandescence s'explique facilement par une diminution subite dans la capacité calorifique du corps, qui dégage instantanément de la substance une quantité considérable de chaleur qui auparavant était latente; cette chaleur, au moment où elle devient libre, produit nécessairement une élévation thermométrique qui porte pendant quelques instants la substance à l'incandescence, quand elle n'était encore portée qu'au rouge sombre par la chaleur extérieure.

» On peut croire au premier abord qu'il doit être facile de décider par l'expérience, si l'explication que je viens de donner est la véritable. Il suffirait en effet pour cela, de choisir un oxide susceptible de prendre ces deux états d'agrégation et de déterminer sa chaleur spécifique, avant et après la calcination qui amène le changement d'état. La première capacité calorifique devrait être trouvée notablement plus forte que la seconde. Cette expérience, extrêmement simple en apparence, présente de grandes difficultés dans l'exécution. En effet, les oxides qui sont dans le cas dont je m'occupe, doivent être préparés à l'état d'hydrates, ils retiennent l'eau avec

beaucoup de force, et les dernières portions de cette eau ne se dégagent qu'à une température très voisine de celle qui produit le changement d'agrégation; de sorte que si l'on reste notablement au-dessous de cette température, on a un oxide qui renferme de l'eau, et si l'on attend le moment où l'eau s'est entièrement dégagée, on obtient une matière dans laquelle le changement d'agrégation s'est en grande partie opéré. Si l'on joint à cela, que la préparation de ces hydrates purs, quand on en a besoin d'une quantité considérable comme celle qui est nécessaire pour mes expériences, est une opération extrêmement longue et pénible, et que la matière se présente presque toujours sous une forme peu favorable à la détermination exacte de sa chaleur spécifique, on concevra que, malgré beaucoup d'expériences tentées dans cette vue, je ne puisse encore rien produire de concluant. J'aurai bientôt occasion de revenir sur cette question dans un Mémoire spécial, où je me propose d'étudier les variations que subit la capacité calorifique d'un corps par divers changements opérés dans son état physique.

» Au reste, on trouvera à la fin de ce Mémoire une série d'expériences sur le carbone dans ses différents états et sur le soufre, qui viennent à l'appui des propositions que je viens d'énoncer.

» Il convient d'ailleurs de remarquer que l'anomalie que nous venons de signaler dans les oxides de zinc et de magnésium ne se présente plus dans les sels formés par ces oxides, ni dans les autres combinaisons binaires produites par les deux métaux.

Troisième section.

» La troisième section du tableau général renferme les sulfures.

» La série A des sulfures RS nous montre des produits de chaleurs spécifiques par les poids atomiques qui ne varient que de 73 à 78. J'en excepte le sulfure de cobalt, qui a donné pour produit 71,4; mais la chaleur spécifique trouvée pour ce corps est trop faible, comme j'ai eu occasion de l'annoncer, le sulfure renfermant une petite quantité de métal non sulfuré. Ainsi il est permis d'étendre aux sulfures à un atome de soufre la loi reconnue pour les oxides : *dans les sulfures à un atome de soufre, les chaleurs spécifiques sont en raison inverse des poids atomiques.*

» La série B présente deux sulfures de la composition $R^2 S^3$, les sulfures d'antimoine et de bismuth; les produits des capacités calorifiques de ces corps par leurs poids atomiques sont 186 et 196, c'est-à-dire égaux à $\frac{1}{18}$ près.

» La classe C renferme des sulfures RS^2. Les bisulfures d'étain et de molybdène qui présentent quelque ressemblance dans leur constitution physique ont des chaleurs atomiques peu différentes, elles diffèrent de $\frac{1}{10}$ à peu près. La pyrite de fer donne un nombre bien différent, mais il n'y a aucune analogie entre ce sulfure et les précédents. La classe C renferme évidemment des substances de constitution tout-à-fait dissemblable.

» La classe D renferme deux sulfures qui présentent un isomorphisme parfait, les sulfures de cuivre et d'argent; les produits des capacités calorifiques par les poids atomiques sont très peu différents.

» La loi énoncée pour les oxides s'applique donc aux sulfures, le maximum de divergence des résultats de l'expérience s'élève à $\frac{1}{10}$.

Quatrième section.

» Elle renferme les chlorures, bromures, iodures et fluorures.

» La première série A nous présente les chlorures de la formule $R^2 Cl^2$. On sera peut-être étonné de trouver dans cette série les chlorures de potassium et de sodium que l'on est habitué à considérer comme des chlorures RCl^2; mais on remarquera dans la section dont nous nous occupons maintenant, et dans la section suivante, qui renferme les sels, que les produits de la potasse et de la soude viennent toujours se classer sous le rapport de leur chaleur spécifique avec les produits de l'oxide d'argent, du protoxide de mercure et du protoxide de cuivre.

» Ces deux derniers oxides sont considérés par tous les chimistes comme formés par 2 atomes de métal et 1 atome d'oxigène. Quant à l'argent, la chaleur spécifique du métal isolé conduit à diviser par 2 le poids atomique admis par M. Berzélius; on est conduit à la même conséquence par l'isomorphisme si parfait du sulfure d'argent avec le protosulfure de cuivre, ces sulfures se remplaçant en toutes proportions dans plusieurs minéraux. Il ne peut guère rester de doute d'après cela que l'oxide d'argent doit être assimilé aux protoxides de mercure et de cuivre, et qu'il doit être regardé comme formé par 2 atomes de radical et 1 atome d'oxigène.

» Les expériences contenues dans ce Mémoire sur les chaleurs spécifiques des composés alcalins, nous conduisent à regarder également la potasse et la soude comme des oxides formés par 2 atomes de métal et 1 atome d'oxigène, et par conséquent à diviser par 2 les poids atomiques généralement admis pour les métaux alcalins.

» Je ne me dissimule pas que les chimistes se rendront difficilement à

cette conclusion déduite des chaleurs spécifiques, et qu'ils attendront, avant d'introduire un changement aussi important dans les formules chimiques, qu'il soit appuyé par d'autres faits. Cependant il ne serait pas difficile d'en citer déjà dès à présent un grand nombre qui militent en faveur de l'opinion que je viens d'énoncer. En effet :

» On sait que les oxides RO, tels que la baryte, la strontiane, la chaux, la magnésie, le protoxide de fer, de manganèse, de zinc, etc., etc., peuvent se remplacer en toutes proportions; mais on n'a pas d'exemples jusqu'ici du remplacement d'un de ces oxides par un oxide alcalin. On connaît bien des sels doubles en proportions définies, formés par les sels des oxides RO avec les sels alcalins, mais on n'a pas de remplacements en proportions quelconques de ces oxides par des alcalis, remplacements qui sont le véritable caractère de l'isomorphisme chimique.

» Nous connaissons beaucoup d'aluns dans lesquels l'alumine est remplacée par un oxide de la formule $R^2 O^3$, tels que le peroxide de fer, l'oxide de chrôme, le sesquioxide de manganèse. Nous en connaissons d'autres dans lesquels la potasse est remplacée par la soude, par la lithine et par l'ammoniaque; mais je n'en connais pas un seul dans lequel le sulfate alcalin soit remplacé par un sulfate d'un oxide RO, par le sulfate de magnésie, de zinc, de manganèse ou de protoxide de fer.

» Le sulfate d'argent, d'après M. Mitscherlich, est complétement isomorphe avec le sulfate de soude anhydre.

» J'espérais pouvoir joindre à ce travail la chaleur spécifique du potassium et du sodium isolés; mais jusqu'à présent j'ai été arrêté par des difficultés d'expérience qui tiennent à la nature de ces métaux, mais que j'espère cependant parvenir à surmonter.

» Les chlorures $R^2 Cl^2$ de la série A nous présentent des chaleurs atomiques qui ne varient que de 155 à 163, tandis que leurs poids atomiques varient de 733 à 2974.

» La série B renfermant les chlorures RCl^2, ne présente que des variations de 115 à 119,5, c'est-à-dire du même ordre que celles de la précédente série, tandis que les poids atomiques varient de 601 à 1737. J'ai exclus le chlorure de manganèse qui a donné pour produit 112,5: ce chlorure était en partie décomposé, comme je l'ai indiqué plus haut.

» La série C renferme deux chlorures liquides et volatils RCl^4. Ce sont les perchlorures d'étain et de titane. Les produits des poids atomiques par les chaleurs spécifiques correspondantes, sont 239,1 et 227,6, nombres qui diffèrent de $\frac{1}{20}$ environ, tandis que les poids atomiques sont 1189 et 1621.

» La série D présente deux chlorures liquides et volatils de la formule R^2Cl^6, les chlorures de phosphore et d'arsenic; les produits des poids atomiques par les chaleurs spécifiques sont 360 et 399.

» La série A′ des bromures R^2Br^2 nous montre les bromures de potassium et d'argent qui ont pour chaleurs atomiques 166 et 173, tandis que leurs poids atomiques sont 1468 et 2330. Le bromure de sodium a donné le nombre 175,6; ce nombre est trop fort, parce que le bromure renfermait du carbonate.

» La série B′ ne renferme qu'un seul bromure RBr^2, le bromure de plomb, qui a donné pour produit de sa chaleur spécifique par son poids atomique le nombre 121.

» La série A″ des iodures R^2I^2 nous présente des chaleurs atomiques variant de 162,5 à 180,5 pour des poids atomiques variant de 1869 à 4109.

» La série B″ renferme l'iodure de plomb PbI^2, et le bi-iodure de mercure HgI^2, qui ont pour produits les nombres 122,5 et 119,4.

» La loi énoncée s'applique donc aux chlorures, bromures, iodures de même formule, dans les limites d'approximation où on la reconnaît vérifiée dans les oxides, les sulfures et dans les corps simples.

Cinquième section.

» La cinquième et dernière section du tableau renferme les sels formés par les oxides métalliques avec les oxacides.

» La série des nitrates formés par les bases à 2 atomes de radical et qui comprend les nitrates de potasse, de soude et d'argent ne présente qu'une variation dans le produit des chaleurs spécifiques par les poids atomiques de 297 à 305, tandis que les poids atomiques varient de 1068 à 2129.

» Le nitrate de baryte est le seul de nitrates formés par les oxides RO qui se trouve mentionné dans le tableau. Je n'ai pas réussi à préparer parfaitement sec le nitrate de strontiane.

» La série C présente les phosphates de potasse et de soude fondus $P^2O^5 + 2R^2O$; les produits des poids atomiques par les chaleurs spécifiques sont 382 et 395.

» Je ne dirai rien, pour le moment, des autres phosphates et des arséniates, parce que dans chaque série on ne rencontre qu'une seule substance.

» La série des sulfates nous présente d'abord les sulfates de potasse et de soude $SO^3 + R^2O$ pour lesquels les produits des chaleurs spécifiques par

les poids atomiques, sont 207,4 et 206,2, nombres presque identiques.

» La série des sulfates $SO^3 + RO$ présente des variations dans le produit de la chaleur spécifique par les poids atomiques depuis 164 jusqu'à 168, pour une variation dans les poids atomiques de 759 à 1896.

» La série G des borates nous montre d'abord les borates de potasse et de soude $B^2O^6 + RO$ ayant des produits 321 et 301, qui diffèrent par conséquent de $\frac{1}{15}$, et les borates de potasse et de soude $B^2O^6 + 2R^2O$ qui ont pour chaleurs atomiques 219,5 et 212,6.

» Enfin la série J des carbonates nous présente les carbonates de potasse et de soude $CO^2 + R^2O$ dont les produits sont 187 et 181,6 et les carbonates de la formule $CO^2 + RO$ dont les chaleurs atomiques varient de 131,5 à 138, tandis que les poids atomiques varient de 631 à 1232.

» La série J renferme un grand nombre d'expériences sur le carbonate de chaux à divers états, ces expériences présentent un grand intérêt en ce qu'elles nous montrent, dans une seule et même substance, des variations presque aussi grandes que celles que l'on rencontre dans les différents corps d'un même groupe et qui empêchent les lois précédentes d'être tout-à-fait rigoureuses.

» Le spath d'Islande et l'arragonite ne m'ont pas présenté de différence sensible dans leurs chaleurs spécifiques; en effet la moyenne de sept expériences a donné, pour le spath d'Islande, 0,20858, et la moyenne de cinq expériences sur l'arragonite rayonnée, a donné pour cette substance la chaleur spécifique 0,20850.

» Mais on rencontre des variations notables dans certains marbres saccharoïdes et pour la craie. La craie a donné pour chaleur spécifique 0,21485, nombre beaucoup plus fort que les précédents, et une variété de marbre saccharoïde blanc, dans laquelle je n'ai reconnu ni argile, ni magnésie, a présenté une chaleur spécifique de 0,21585. Le produit de la chaleur spécifique par le poids atomique est, pour le spath d'Islande et l'arragonite, 131,6, et pour le marbre blanc, 136,2. Ces nombres forment presque les extrêmes dans la série des carbonates. Un seul carbonate, le fer spathique, a donné un produit plus fort, mais on sait que cette substance n'est jamais pure, que toujours une petite portion de fer est remplacée par de la chaux ou de la magnésie.

» L'examen des sels renfermés dans la cinquième section nous conduit donc à une loi tout-à-fait semblable à celle reconnue dans les sections précédentes.

» Il résulte de la discussion détaillée à laquelle nous venons de nous li-

vrer sur les différents groupes de corps qui sont renfermés dans notre tableau, que l'on peut établir pour chacune de ces classes de corps, une loi semblable à celle qui a été reconnue pour les substances élémentaires. Cette loi peut être énoncée de la manière suivante : *Dans les corps composés, renfermant le même élément électro-négatif, et de constitution atomique semblable, les chaleurs spécifiques sont en raison inverse des poids atomiques*.

» Cette loi, je le répète, ne satisfait pas, d'une manière rigoureuse, aux résultats de l'expérience; mais les divergences ne sont pas plus grandes que celles qui se présentent dans la loi des corps simples : elles ne dépassent pas $\frac{1}{10}$ ou au plus $\frac{1}{9}$.

» Jusqu'ici nous n'avons encore comparé entre elles que les classes de composés semblables, ayant le même élément électro-négatif; comparons maintenant tous les composés de même formule chimique, c'est-à-dire comparons les oxides avec les sulfures, les chlorures avec les bromures et iodures, les nitrates avec les chlorates, etc., etc.

» Les oxides RO ont donné pour produit moyen de leurs chaleurs spécifiques par leurs poids atomiques le nombre 71,9; les sulfures de même formule RS ont donné pour produit 74,5. Ces deux nombres sont peu différents.

» Les oxides R^2O^3 ont donné pour produit moyen 169,7, tandis que les sulfures de même formule ont donné 191. La différence est ici plus grande, mais elle ne s'élève cependant pas au-dessus de $\frac{1}{9}$. La concordance est plus grande, si l'on ne considère dans les oxides R^2O^3 que les deux oxides dont on a les sulfures correspondants. Ainsi l'on a trouvé :

Pour l'oxide d'antimoine.....	172,4	Pour le sulfure.......	186,2
l'oxide de bismuth......	179,2	—	195,9

» Le produit donné par les sulfures est toujours plus grand que celui donné par les oxides correspondants.

» Les chlorures R^2Cl^2, comparés aux bromures R^2Br^2, et aux iodures R^2I^2, nous montrent que le produit moyen des poids atomiques par les chaleurs spécifiques correspondantes est :

Pour les chlorures...........	158,6
— bromures..........	169,7
— iodures............	167,4

nombres peu différents.

» Si l'on compare entre eux les chlorure, bromure et iodure, formés par un même métal, on trouve :

Chlorure de potassium....		161,2	Chlorure d'argent....		163,4
Bromure	*id.*	166,2	Bromure	*id.*	173,3
Iodure	*id.*	169,4	Iodure	*id.*	180,4

» Il est à remarquer que le produit de la capacité calorifique par le poids atomique est plus grand généralement dans les composés dont les poids atomiques sont les plus lourds. Ainsi il est plus grand dans les sulfures que dans les oxides, plus grand dans les iodures que dans les bromures, plus fort dans ceux-ci que dans les chlorures. Cela tient peut-être à ce que la densité des composés augmente dans un rapport moins rapide que leur poids atomistique.

» Dans les chlorures, bromures, iodures de la formule RCl^2, on a :

Pour les chlorures..........	117,00
— bromures..........	121,00
— iodures...........	120,95

» Les nitrates, comparés aux chlorates, donnent :

Nitrate de potasse....	302,5
Chlorate de potasse....	321,0

La différence n'est encore ici que de $\frac{1}{15}$.

» Les nitrates $Az^2O^5 + RO$ peuvent être comparés aux phosphates $P^2O^5 + RO$.

Le nitrate de baryte a donné pour produit......	248,8
Le métaphosphate de chaux.................	248,6

» Les phosphates et arséniates ne peuvent malheureusement pas être comparés. Ceux dont j'ai déterminé les chaleurs spécifiques diffèrent par les proportions des bases.

» Le chromate de potasse, comparé au sulfate de la même base, présente une différence plus grande, mais qui ne dépasse pas cependant $\frac{1}{9}$.

Le sulfate de potasse a donné pour produit......	207,4
Le chromate.............................	229,8

» Peut-être est-il permis de comparer les sulfates $SO^3 + R^2O$ aux bo-

rates $B^2O^6 + 2R^2O$ en écrivant ces derniers sels $BO^3 + R^2O$, on trouve alors :

Sulfates $SO^3 + R^2O$........ 206,8
Borates $BO^3 + R^2O$........ 216,0

» Le sulfate de plomb peut alors être comparé au borate $BO^3 + PbO$. On a

Pour le sulfate de plomb..... 165,4
— borate de plomb..... 165,5

» Cette discussion nous conduit à donner une généralité encore plus grande à la loi des corps composés, telle que je l'ai donnée tout-à-l'heure, et à l'énoncer de la manière suivante :

» *Dans tous les corps composés, de même composition atomique et de constitution chimique semblable, les chaleurs spécifiques sont en raison inverse des poids atomiques.*

» Cette loi comprend, comme cas particulier, la loi de Dulong et Petit sur les corps simples; elle se trouve vérifiée par l'expérience exactement dans les mêmes limites que cette dernière.

» Les raisons que j'ai données dans mon premier Mémoire pour faire concevoir pourquoi la loi sur les chaleurs spécifiques des corps simples ne s'accorde pas rigoureusement avec les données de l'expérience, peuvent être répétées ici à l'occasion de la loi générale.

» La capacité calorifique des corps se compose de leur chaleur spécifique proprement dite et de la chaleur que ces corps absorbent à l'état de chaleur latente, en augmentant de volume. Le résultat donné par l'expérience est donc un résultat complexe, dans lequel, heureusement, la chaleur spécifique proprement dite domine assez pour que la loi élémentaire ne soit pas complétement voilée.

» Dans nos expériences nous déterminons les capacités calorifiques de tous les corps entre les mêmes limites de température; ces limites occupent nécessairement des positions très diverses sur l'échelle thermométrique propre de chaque substance. Il est probable que pour avoir des nombres tout-à-fait comparables pour les chaleurs spécifiques de deux corps, il faudrait prendre ces chaleurs spécifiques à des points très différents de l'échelle du thermomètre à mercure, par exemple les prendre pour les températures auxquelles les corps présentent la plus grande analogie dans leurs propriétés physiques et chimiques, l'isomorphisme le plus complet.

» Nous voyons en effet souvent un corps composé, doué d'un isomorphisme chimique parfait à une certaine température avec un certain corps, présenter à une autre température un isomorphisme tout aussi parfait avec un troisième.

» Ainsi, pour ne citer qu'un exemple, le sulfate de manganèse cristallise à une température inférieure à 6° avec 7 équivalents d'eau dans une forme identique avec celle du sulfate de fer cristallisé à la température ordinaire, à tel point qu'un cristal de sulfate de fer continue à se développer d'une manière régulière, si on le maintient plongé dans une dissolution saturée de sulfate de manganèse au-dessous de 6°. La dissolution de ce même sulfate de manganèse donne des cristaux avec 5 at. d'eau et d'une forme tout-à-fait incompatible avec la première quand elle est maintenue à une température comprise entre 7 et 20°. Dans cette nouvelle forme le sulfate de manganèse est isomorphe avec le sulfate de cuivre cristallisé à la température ordinaire. Enfin entre 20 et 30° le sulfate cristallise avec 4 équivalents d'eau : sa forme cristalline, différente des deux premières, est maintenant identique avec celle du sulfate de fer cristallisé à 80°.

» Les isomorphismes chimiques d'un même corps peuvent donc changer complétement avec la température. Cette circonstance doit nécessairement exercer une influence sensible sur les variations des chaleurs spécifiques, la loi précédente paraissant s'appliquer d'autant plus rigoureusement à deux substances, que leur isomorphisme est plus parfait.

» Les corps qui se ramollissent entre les limites de température pour lesquelles on détermine leurs chaleurs spécifiques, renferment, outre leur chaleur spécifique et leur chaleur latente de dilatation, une portion notable de leur chaleur de fusion ou de désagrégation. J'ai déjà eu occasion d'insister sur cette cause de perturbation, lorsque j'ai discuté les résultats obtenus sur les alliages métalliques.

» Cette fusion lente et progressive des corps qui passent par l'état de mollesse, rend très incertaine la détermination de la chaleur latente qui est propre au changement d'état.

» Certains corps, principalement des oxides, prennent dans la nature, ou par une forte calcination, un très grand état d'agrégation qui correspond toujours à une diminution notable dans leur chaleur spécifique. La nature chimique des corps subit ainsi souvent une altération complète. Le corps dont les propriétés basiques ou acides étaient très prononcées avant le changement d'état, devient quelquefois complétement indifférent. Il n'est pas étonnant qu'un changement aussi complet dans les propriétés phy-

siques et chimiques en amène un tellement grand dans la chaleur spécifique du corps, que celui-ci sorte de la classe dans laquelle il devait se trouver naturellement par sa formule.

» En terminant ce Mémoire, j'ajouterai quelques expériences sur deux corps simples dont j'ai déjà traité dans mon premier travail, notamment sur le carbone et sur le soufre. Je n'ai rapporté dans mon Mémoire sur la chaleur spécifique des substances simples qu'une seule détermination du carbone: elle a été faite sur du charbon de bois purifié par les acides, puis fortement calciné. J'annonçais alors que je me proposais d'étudier avec soin le carbone dans ses différents états. C'est du résultat de cette étude que je vais entretenir l'Académie.

» Mes expériences ont porté :

» 1°. Sur un charbon de bois préalablement traité par les acides, puis fortement calciné;

» 2°. Sur du noir animal purifié par les acides, puis chauffé à une bonne chaleur blanche.

» Ce charbon renfermait encore une quantité notable de cendres. On est parvenu à lui donner un peu d'agrégation en imbibant le charbon avec de l'huile, puis le soumettant à une nouvelle calcination.

» 3°. Sur le coke provenant d'un cannel-coal anglais : ce coke renfermait 4,5 pour 100 de cendres;

» 4°. Sur un coke provenant d'une houille forte de Rive de Giers : il renfermait 2,5 pour 100 de cendres;

» 5°. Sur le coke obtenu avec une anthracite du pays de Galles; ce coke renfermait 3 pour 100 de cendres;

» 6°. Sur le charbon préparé avec une anthracite de Philadelphie : il renfermait 5,8 pour 100 de cendres ;

» 7°. Sur un graphite naturel;

» 8°. Sur un graphite de haut-fourneau préalablement traité par les acides;

» 9°. Sur un charbon métalloïde des cornues du gaz;

» 10°. Sur le diamant (1).

---

(1) Je dois ici témoigner toute ma reconnaissance à MM. Halphen frères, qui ont eu la complaisance de mettre à ma disposition la quantité de diamant nécessaire pour donner à mes expériences toute la précision desirable.

Noir animal	0,26085 ...	0,26085
Charbon de bois	0,24150 ...	0,24150
Coke du cannel-coal	0,20307 ...	0,20307
Id. de la houille	0,20171	
	0,20001 ...	0,20085
Charbon de l'anthracite du pays de Galles	0,20338	
	0,20007 ...	0,20172
Charbon de l'anthacite de Philadelphie	0,20156	
	0,20064	
	0,20081 ...	0,20100
Graphite naturel	0,20187 ...	0,20187
Id. des hauts-fourneaux	0,19815	
	0,19590 ...	0,19702
Id. des cornues du gaz	0,20360 ...	0,20360
Diamant	0,14809	
	0,14580	
	0,14614	
	0,14738	
	0,14781	
	0,14600 ..	0,14687

» Les expériences que je viens de donner sur le carbone fournissent pour cette substance, prise dans différents états, des chaleurs spécifiques très variables qui ne présentent aucune relation simple avec le poids atomique de cette substance.

» Le noir animal et le charbon de bois présentent la capacité calorifique la plus forte; mais l'expérience est sujette à un peu d'incertitude, à cause de la chaleur notable qui se dégage au moment où ces substances sont mouillées par l'eau.

» Les charbons obtenus par la calcination des houilles et des anthracites ont des capacités calorifiques très peu différentes de celle du graphite naturel et du graphite des hauts-fourneaux. Cette capacité est beaucoup plus faible que celle des charbons très divisés dont je viens de parler.

» Enfin, le diamant a une chaleur spécifique encore beaucoup plus faible que le graphite. Cette capacité n'est plus que de 0,147.

» Le carbone nous présente donc l'exemple d'un corps qui peut exister avec des capacités calorifiques variables dans des limites très étendues. Cette capacité calorifique est d'autant plus faible que son état d'agrégation est plus grand. Le carbone vient donc à l'appui de ce que je disais plus haut sur les variations que la capacité calorifique des corps peut éprouver par des changements survenus dans leur état d'agrégation.

» Le carbone forme une exception complète parmi les corps simples : il ne satisfait pas à la loi générale qui existe entre les chaleurs spécifiques et les poids atomiques. Je ne vois pour le moment d'autre manière pour expliquer cette anomalie, que d'admettre que le carbone, tel qu'il entre dans les composés, a une chaleur spécifique différente de celle que nous lui trouvons quand il a été isolé. C'est un point que je me propose d'étudier avec soin, lorsque je m'occuperai des composés gazeux qui renferment le carbone.

» Je me suis livré également à une série d'expériences sur le soufre, dont j'ai étudié la capacité calorifique dans ses divers états et pour différentes températures. Je réserve les résultats que j'ai obtenus pour un prochain Mémoire. Je me contenterai pour le moment, de rapporter une expérience sur le soufre mou, que je regarde comme assez curieuse pour mériter d'être portée tout de suite à la connaissance de l'Académie. Cette expérience vient d'ailleurs à l'appui de l'explication que j'ai cherché à donner plus haut, de l'incandescence que manifestent certains oxides pendant qu'on les calcine; j'attribue, comme on sait, cette incandescence à un changement subit qui survient dans la chaleur spécifique du corps.

» Le soufre mou m'a permis d'assister, pour ainsi dire, à un de ces changements de capacité calorifique.

» On sait que l'on obtient le soufre mou en coulant dans de l'eau bien froide, le soufre fondu dans un creuset et chauffé à 180 ou 200°, température à laquelle il devient très visqueux. Le soufre, ainsi brusquement refroidi, reste mou pendant plusieurs jours, mais à la longue il reprend son état ordinaire.

» Du soufre mou, desséché avec du papier brouillard, puis par une exposition de plusieurs heures sous le récipient de la machine pneumatique à côté d'acide sulfurique concentré, a été placé dans une corbeille de fil de laiton. La corbeille a été suspendue dans l'étuve, le réservoir du thermomètre occupant le vide central, par conséquent se trouvant complétement enveloppé par le soufre.

» Le maximum stationnaire auquel s'élevait le thermomètre de l'étuve, le jour où les expériences que je vais rapporter ont été faites, était 98° environ, une substance quelconque étant placée dans la corbeille.

» En suivant la marche du thermomètre de l'étuve dans les expériences sur le soufre mou, on voit celui-ci monter beaucoup plus rapidement qu'à l'ordinaire, au moment où il approche du maximum. Ainsi en une ou deux minutes le thermomètre passe de 93° à 98°, température qu'il n'at-

teint, dans les expériences ordinaires, qu'au bout d'un temps fort long, et à laquelle il reste ensuite stationnaire. Le maximum fut bientôt dépassé, le thermomètre marqua successivement 99°, 100°, 101°, 103°..., 105°..., 108°, enfin 110°, bien que l'étuve ne fût chauffée que par la vapeur de l'eau bouillante. Le thermomètre resta pendant 2 à 3 minutes stationnaire à 110°, puis il se mit à descendre jusqu'à 98°, qui est le maximum ordinaire et auquel il se maintint ensuite indéfiniment.

» Le soufre sorti de l'étuve, avait complétement changé de nature, il était devenu très dur, s'était beaucoup affaissé, les différents morceaux s'étaient fortement soudés les uns aux autres, la température à laquelle la matière avait été portée étant très voisine de son point de fusion.

» Nous avons donc ici l'exemple très curieux d'un corps qui, porté à 98° par une chaleur extérieure, s'échauffe lui-même jusqu'à 110° par un dégagement spontané d'une certaine quantité de chaleur qui, auparavant, était à l'état latent.

» Voyons maintenant à quoi l'on doit attribuer ce dégagement de chaleur. On peut en assigner deux causes.

» 1°. Le soufre mou renferme une portion de chaleur de fusion qu'il dégage tout d'un coup en se solidifiant. Cette chaleur produit nécessairement, au moment où elle devient libre, une élévation thermométrique du corps. Cette cause influe probablement sur le phénomène observé, mais elle est insuffisante pour expliquer tout le dégagement de chaleur, comme on le verra quand je donnerai les nombres que j'ai trouvés pour la chaleur latente de fusion totale du soufre.

» 2°. Le soufre, dans sa modification de soufre mou, a une capacité calorifique plus grande que celle du soufre ordinaire. Le soufre mou est d'ailleurs dans un état d'équilibre instable : il revient lentement à son état normal à la température ordinaire ; mais quand il est chauffé à une température voisine de 100°, cette transformation est très rapide, elle est brusque, et détermine le dégagement d'une quantité considérable de chaleur par le fait du changement de chaleur spécifique.

» C'est à cette seconde cause qu'il faut attribuer, à mon avis, le phénomène que j'ai observé. Je me bornerai pour le moment à ce que je viens de dire, me proposant d'étudier en détail tous les phénomènes de cette nature dans le Mémoire que j'ai eu plusieurs fois l'occasion d'annoncer à l'Académie. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Méthodes propres à simplifier le calcul des inégalités périodiques et séculaires des mouvements des planètes; par* M. **Augustin Cauchy**.

« Le calcul des perturbations des mouvements planétaires dépend, comme l'on sait, du développement d'une certaine fonction R appelée la fonction perturbatrice. Déjà, dans les Mémoires publiés à Turin, en 1831 et 1832, ainsi que dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* (voir les nos 11 et 12 du 2e semestre de 1840), j'ai donné des formules qui permettent d'obtenir directement le coefficient d'un terme quelconque correspondant à une inégalité donnée, dans le développement de la fonction R en une série de sinus et de cosinus d'arcs qui varient proportionnellement au temps. Mais la convergence de cette série est assez lente; et comme, par suite, le nombre des termes que l'on devra conserver dans le développement de la fonction perturbatrice R est très considérable, il importait de réduire la détermination numérique des coefficients de ces mêmes termes à la recherche des développements de R ou d'autres fonctions en séries dont la convergence fût plus rapide. Or, pour atteindre ce but, il suffit de développer d'abord la partie de R qui correspond à deux planètes en une série simple, ordonnée suivant les puissances négatives de la distance qui séparerait ces deux planètes, si les plans de leurs orbites coïncidaient, et si le mouvement elliptique de chacune d'elles se réduisait au mouvement circulaire; puis, de développer les coefficients des puissances négatives dont il s'agit en séries de sinus et de cosinus d'arcs proportionnels au temps. Après ces deux opérations la fonction R se trouvera représentée par une série multiple dont les divers termes seront précisément de la forme qu'a indiquée M. Liouville dans son beau Mémoire du 11 juillet 1836; en sorte qu'on pourra immédiatement faire servir les fonctions elliptiques au calcul des perturbations planétaires. Ajoutons que de cette série multiple on passera facilement à celle qui représente le développement de R uniquement ordonné suivant des sinus et cosinus d'arcs proportionnels au temps, attendu que le coefficient de chaque terme dans la seconde série se trouvera exprimé par une fonction linéaire des coefficients de divers termes de la première. On voit donc combien il était à desirer que l'on pût disposer les calculs qui doivent conduire à la première série de manière à les rendre facilement exécutables. Cette condition se trouvera effectivement remplie, si l'on suit la marche que j'exposerai ci-après.

Analyse.

§ Ier. *Considérations générales.*

» Soient

m, m' les masses de deux planètes,
r, r' leurs distances au centre du Soleil,
$\mathfrak{r}$ leur distance mutuelle,
δ l'angle sous lequel cette distance est vue du centre du Soleil.

Dans la *fonction perturbatrice* R, relative à la planète m, la partie correspondante à la planète m' sera

$$\frac{m'r}{r'^2}\cos\delta - \frac{m'}{\mathfrak{r}},$$

en sorte qu'on aura

$$\text{(1)} \qquad R = \frac{m'r}{r'^2}\cos\delta + \ldots - \frac{m'}{\mathfrak{r}} - \ldots,$$

la valeur de $\mathfrak{r}$ étant

$$\text{(2)} \qquad \mathfrak{r} = (r^2 - 2rr'\cos\delta + r'^2)^{\frac{1}{2}}.$$

Soient d'ailleurs, dans les ellipses osculatrices des courbes décrites par les planètes m, m',

p, p' les *longitudes* de ces planètes,
ψ, ψ' leurs *anomalies excentriques*,
T, T' leurs *anomalies moyennes*,
a, a' les *demi-grands axes*,
ε, ε' les *excentricités*,
ϖ, ϖ' les *longitudes des périhélies*,
τ, τ' les *instants des passages* des planètes m, m' par ces périhélies.

Enfin, M étant la masse du Soleil, posons

$$c = \left(\frac{M+m}{a^3}\right)^{\frac{1}{2}}, \quad c' = \left(\frac{M+m'}{a'^3}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

Les anomalies moyennes T, T' seront liées au temps t par les équations linéaires

$$T = c(t-\tau), \quad T' = c'(t-\tau');$$

et si l'on pose encore

$$x = (1 - \varepsilon^2)^{\frac{1}{2}}, \qquad x' = (1 - \varepsilon'^2)^{\frac{1}{2}},$$

les équations du mouvement elliptique de chaque planète seront de la forme

$$(3) \qquad r = a(1 - \varepsilon \cos \psi),$$

$$(4) \qquad \cos(p - \varpi) = \frac{\cos \psi - \varepsilon}{1 - \varepsilon \cos \psi}, \qquad \sin(p - \varpi) = \frac{x \sin \psi}{1 - \varepsilon \cos \psi},$$

ψ étant une fonction implicite de T, déterminée par la formule

$$(5) \qquad \psi - \varepsilon \sin \psi = T.$$

Ajoutons que, si, en nommant I l'inclinaison mutuelle des plans des deux orbites, on prend

$$\mu = \cos^2 \frac{I}{2}, \qquad \nu = \sin^2 \frac{I}{2},$$

on aura

$$(6) \qquad \cos \delta = \mu \cos(p' - p + \Pi) + \nu \cos(p' + p + \Phi),$$

Π, Φ désignant deux constantes qui dépendent des positions de ces mêmes plans.

» Cela posé, pour déterminer les diverses inégalités périodiques ou séculaires, produites dans le mouvement de la planète m par l'action de la planète m', on devra développer suivant les puissances entières des exponentielles trigonométriques

$$e^{T\sqrt{-1}}, \qquad e^{T'\sqrt{-1}},$$

les deux termes qui sont proportionnels à m' dans le second membre de la formule (1), c'est-à-dire les deux expressions

$$\frac{m'r}{r'^2} \cos \delta, \qquad -\frac{m'}{\varepsilon},$$

ou, ce qui revient au même, les deux fonctions

$$(7) \qquad \frac{r \cos \delta}{r'^2} \qquad \text{et} \qquad \frac{1}{\varepsilon}.$$

D'ailleurs on tirera des équations (3) et (4)

$$\frac{r}{a}\cos(p-\varpi)=\cos\psi-\varepsilon,\quad \frac{r}{a}\sin(p-\varpi)=\varkappa\sin\psi,$$

et par suite

$$(8)\left\{\frac{r}{a}e^{(p-\varpi)\sqrt{-1}}=\cos\psi-\varepsilon+\varkappa\sin\psi\sqrt{-1},\ \frac{r}{a}e^{-(p-\varpi)\sqrt{-1}}=\cos\psi-\varepsilon-\varkappa\sin\psi\sqrt{-1};\right.$$

puis on conclura des formules (6) et (8)

$$(9)\left\{\begin{aligned}\frac{rr'}{aa'}\cos\delta=\frac{1}{2}\mu&\left\{\begin{aligned}&e^{(\Pi-\varpi+\varpi')\sqrt{-1}}(\cos\psi'-\varepsilon'+\varkappa'\sin\psi'\sqrt{-1})(\cos\psi-\varepsilon-\varkappa\sin\psi\sqrt{-1})\\&+e^{-(\Pi-\varpi+\varpi')\sqrt{-1}}(\cos\psi'-\varepsilon'-\varkappa'\sin\psi'\sqrt{-1})(\cos\psi-\varepsilon+\varkappa\sin\psi\sqrt{-1})\end{aligned}\right.\\+\frac{1}{2}\nu&\left\{\begin{aligned}&e^{(\Phi+\varpi+\varpi')\sqrt{-1}}(\cos\psi'-\varepsilon'+\varkappa'\sin\psi'\sqrt{-1})(\cos\psi-\varepsilon+\varkappa\sin\psi\sqrt{-1})\\&+e^{-(\Phi+\varpi+\varpi')\sqrt{-1}}(\cos\psi'-\varepsilon'-\varkappa'\sin\psi'\sqrt{-1})(\cos\psi-\varepsilon-\varkappa\sin\psi\sqrt{-1}).\end{aligned}\right.\end{aligned}\right.$$

Enfin, si, en apportant une légère modification aux notations ci-dessus admises, afin de simplifier l'équation (9), on représente par

$$\Pi+\varpi-\varpi',\quad \Phi-\varpi-\varpi',$$

les deux constantes jusqu'ici représentées par Π et Φ, les équations (6) et (9) deviendront

$$(10)\quad \cos\delta=\mu\cos(p'-\varpi'-p+\varpi+\Pi)+\nu\cos(p'-\varpi'+p-\varpi+\Phi),$$

et

$$(11)\left\{\begin{aligned}\frac{rr'}{aa'}\cos\delta=\frac{1}{2}\mu&\left\{\begin{aligned}&e^{\Pi\sqrt{-1}}(\cos\psi'-\varepsilon'+\varkappa'\sin\psi'\sqrt{-1})(\cos\psi-\varepsilon-\varkappa\sin\psi\sqrt{-1})\\&+e^{-\Pi\sqrt{-1}}(\cos\psi'-\varepsilon'-\varkappa'\sin\psi'\sqrt{-1})(\cos\psi-\varepsilon+\varkappa\sin\psi\sqrt{-1})\end{aligned}\right.\\+\frac{1}{2}\nu&\left\{\begin{aligned}&e^{\Phi\sqrt{-1}}(\cos\psi'-\varepsilon'+\varkappa'\sin\psi'\sqrt{-1})(\cos\psi-\varepsilon+\varkappa\sin\psi\sqrt{-1})\\&+e^{-\Phi\sqrt{-1}}(\cos\psi'-\varepsilon'-\varkappa'\sin\psi'\sqrt{-1})(\cos\psi-\varepsilon-\varkappa\sin\psi\sqrt{-1}).\end{aligned}\right.\end{aligned}\right.$$

Or, eu égard aux formules (2), (3) et (11), les quantités (7), dont la première est égale au rapport

$$\frac{rr'\cos\delta}{r'^3},$$

pourront être immédiatement exprimées en fonction des anomalies excentriques

$$\psi \quad \text{et} \quad \psi',$$

et développées en séries qui soient ordonnées suivant les puissances entières positives ou négatives des exponentielles trigonométriques

$$e^{\psi\sqrt{-1}}, \quad e^{\psi'\sqrt{-1}},$$

ou bien encore en séries qui soient ordonnées suivant les puissances entières positives ou négatives des exponentielles trigonométriques

$$e^{T\sqrt{-1}}, \quad e^{T'\sqrt{-1}}.$$

D'ailleurs la recherche des développements de la seconde espèce pourra être réduite au calcul de termes contenus dans d'autres développements de la première espèce, en vertu des théorèmes que nous allons énoncer.

» 1^er^ *Théorème.* Soit ϖ une fonction de la variable ψ liée à la variable T par l'équation (5), et n une quantité entière positive ou négative; le coefficient ϖ_n de

$$e^{nT\sqrt{-1}},$$

dans le développement de ϖ en série ordonnée suivant les puissances entières de $e^{T\sqrt{-1}}$, sera en même temps le coefficient de

$$e^{n\psi\sqrt{-1}},$$

dans le développement de l'un quelconque des deux produits

$$(1 - \varepsilon \cos\psi)\varpi e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}}, \qquad \frac{1}{n\sqrt{-1}} e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}} D_\psi \varpi,$$

en série ordonnée suivant les puissances entières de $e^{\psi\sqrt{-1}}$.

» *Démonstration.* En effet, si l'on pose

$$\varpi = \Sigma \varpi_n e^{nT\sqrt{-1}},$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières positives, nulle ou négatives de n, on en conclura

$$(12)\qquad \varpi_n = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \varpi e^{-nT\sqrt{-1}}\, dT,$$

puis, en intégrant par parties,

$$(13)\qquad \varpi_n = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{1}{n\sqrt{-1}} e^{-nT\sqrt{-1}} \mathrm{D}_T\varpi . dT.$$

Si maintenant on a égard à la formule (5), les équations (12), (13) deviendront:

$$(14)\qquad \left\{\begin{aligned} \varpi_n &= \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} (1-\varepsilon\cos\psi)\varpi e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}} e^{-n\psi\sqrt{-1}}\, d\psi,\\ \varpi_n &= \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{1}{n\sqrt{-1}} e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}} \mathrm{D}_\psi\varpi . e^{-n\psi\sqrt{-1}}\, d\psi,\end{aligned}\right.$$

et de ces dernières, comparées à la formule (12), on déduira immédiatement le théorème 1^er^.

» Au reste, le théorème 1^er^ qui se déduit aisément, comme on vient de le voir, des propriétés d'intégrales définies déjà employées par les géomètres dans les problèmes d'astronomie, pourrait se déduire encore du théorème de Lagrange sur le développement en série des fonctions implicites.

» *Corollaire* 1^er^. Si l'on pose en particulier $n = 0$, les équations (12) et (14) donneront

$$(15)\qquad \varpi_0 = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \varpi dT = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} (1-\varepsilon\cos\psi)\varpi d\psi.$$

Cette dernière formule entraîne évidemment la proposition suivante :

» 2^me^ *Théorème*. Le terme constant, c'est-à-dire indépendant de l'exponentielle $e^{T\sqrt{-1}}$, dans le développement de la fonction ϖ en série ordonnée suivant les puissances entières de cette exponentielle, sera aussi le terme constant du développement de la fonction

$$\varpi(1-\cos\psi)$$

en série ordonnée suivant les puissances entières de $e^{\psi\sqrt{-1}}$.

» Des théorèmes 1 et 2 on déduit encore immédiatement ceux que nous allons énoncer.

» 3^me^ *Théorème*. Soient ϖ une fonction des variables ψ, ψ', liées aux va-

riables T, T' par les deux équations

$$\psi - \varepsilon \sin\psi = T, \quad \psi' - \varepsilon' \sin\psi' = T';$$

et n, n' deux quantités entières positives ou négatives. Le coefficient $\mathfrak{s}_{n,n'}$ de l'exponentielle trigonométrique

$$e^{(nT+n'T')\sqrt{-1}},$$

dans le développement de la fonction $\mathfrak{s}$ en série ordonnée suivant les puissances entières de

$$e^{T\sqrt{-1}}, \quad e^{T'\sqrt{-1}},$$

sera en même temps le coefficient de

$$e^{(n\psi+n'\psi')\sqrt{-1}},$$

dans le développement de l'une quelconque des quatre fonctions

$$(1-\varepsilon\cos\psi)(1-\varepsilon'\cos\psi')\,\mathfrak{s}\,e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}}e^{n'\varepsilon'\sin\psi'\sqrt{-1}},$$

$$\frac{1}{n'\sqrt{-1}}(1-\varepsilon\cos\psi)\,e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}}e^{n'\varepsilon'\sin\psi'\sqrt{-1}}\mathrm{D}_{\psi'}\mathfrak{s},$$

$$\frac{1}{n\sqrt{-1}}(1-\varepsilon'\cos\psi')\,e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}}e^{n'\varepsilon'\sin\psi'\sqrt{-1}}\mathrm{D}_{\psi}\mathfrak{s},$$

$$-\frac{1}{nn'}e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}}e^{n'\varepsilon'\sin\psi'\sqrt{-1}}\mathrm{D}_{\psi}\mathrm{D}_{\psi'}\mathfrak{s},$$

en série ordonnée suivant les puissances entières de $e^{\psi\sqrt{-1}}$, $e^{\psi'\sqrt{-1}}$.

» 4^{me} *Théorème.* Les mêmes choses étant posées que dans le théorème précédent, le terme constant $\mathfrak{s}_{0,0}$ du développement de la fonction $\mathfrak{s}$ en série ordonnée suivant les puissances entières des exponentielles

$$e^{T\sqrt{-1}}, \quad e^{T'\sqrt{-1}},$$

sera aussi le terme constant du développement de la fonction

$$\mathfrak{s}(1-\varepsilon\cos\psi)(1-\varepsilon'\cos\psi'),$$

en série ordonnée suivant les puissances entières des exponentielles

$$e^{\psi\sqrt{-1}}, \quad e^{\psi'\sqrt{-1}}.$$

§ II. *Développement de la fonction* $\frac{r\cos\delta}{r'^2}$.

» La fonction

$$\frac{r\cos\delta}{r'^2}$$

pouvant être présentée sous la forme

$$\frac{rr'\cos\delta}{r'^3},$$

il résulte des formules (3) et (9) du § I^{er}, que l'on pourra immédiatement développer cette fonction suivant les puissances entières de $e^{T\sqrt{-1}}$, $e^{T'\sqrt{-1}}$, si l'on sait développer de la même manière un quelconque des quatre produits compris dans la formule

$$(\cos\psi - \varepsilon \pm x \sin\psi \sqrt{-1})\frac{\cos\psi' - \varepsilon' \pm x\sin\psi'}{(1-\varepsilon'\cos\psi')^3},$$

ou, ce qui revient au même, si l'on sait développer, suivant les puissances entières de $e^{T\sqrt{-1}}$, chacune des deux expressions

$$\cos\psi - \varepsilon + x\sin\psi\sqrt{-1}, \quad \frac{\cos\psi - \varepsilon + x\sin\psi\sqrt{-1}}{(1-\varepsilon\cos\psi)^3},$$

desquelles on déduit immédiatement les deux suivantes

$$\cos\psi - \varepsilon - x\sin\psi\sqrt{-1}, \quad \frac{\cos\psi - \varepsilon - x\sin\psi\sqrt{-1}}{(1-\varepsilon\cos\psi)^3},$$

en changeant seulement le signe de $\sqrt{-1}$. Or si l'on pose d'abord

$$(1) \qquad \mathfrak{s} = \cos\psi - \varepsilon + x\sin\psi\sqrt{-1},$$

on trouvera

$$\frac{1}{\sqrt{-1}}D_\psi \mathfrak{s} = x\cos\psi + \sin\psi\sqrt{-1};$$

et, en vertu du 1er théorème du § I, le coefficient $\mathfrak{s}_n$ de $e^{nT\sqrt{-1}}$, dans le développement de la fonction $\mathfrak{s}$, se réduira au coefficient $e^{n\psi\sqrt{-1}}$ dans le

développement du produit

$$\frac{1}{n}\left(x\cos\psi + \sin\psi\sqrt{-1}\right)e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}},$$

ou, ce qui revient au même, au terme indépendant de $e^{\psi\sqrt{-1}}$, dans le développement de la fonction

$$\frac{1}{n}\left(x\cos\psi + \sin\psi\sqrt{-1}\right)e^{-n\psi\sqrt{-1}}\,e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}}.$$

Or, comme on a généralement

$$e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}} = \sum\frac{(n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1})^k}{1.2\ldots k},$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières nulle ou positives de k; si l'on désigne par

$$\mathfrak{N}_{i,j,k}$$

le terme indépendant de $e^{\psi\sqrt{-1}}$ dans le développement du produit

$$e^{i\psi\sqrt{-1}}(2\cos\psi)^j\left(2\sin\psi\sqrt{-1}\right)^k,$$

ou, ce qui revient au même, le terme indépendant de x dans le développement du produit

$$x^i(x+x^{-1})^j(x-x^{-1})^k,$$

on aura

$$(2)\qquad u_n = \sum\frac{1}{2}\left(\mathfrak{N}_{-n,1,k}\,x + \mathfrak{N}_{-n,0,k+1}\right)\frac{n^{k-1}}{1.2\ldots k}\left(\frac{\varepsilon}{2}\right)^n.$$

Il y a plus : les quantités entières de la forme $N_{i,j,k}$, sont évidemment liées les unes aux autres par les équations

$$(3)\qquad \begin{cases} \mathfrak{N}_{i,j,k} = \mathfrak{N}_{i+1,j-1,k} + \mathfrak{N}_{i-1,j-1,k}, \\ \mathfrak{N}_{i,j,k} = \mathfrak{N}_{i+1,j,k-1} - \mathfrak{N}_{i-1,j,k-1}; \end{cases}$$

et, si l'on désigne à l'aide de la notation

$$(1)_k$$

le coefficient de x dans le développement du binome

$$(1+x)^l,$$

c'est-à-dire si l'on pose

$$(4) \qquad (l)_k = \frac{l(l-1)\ldots(l-k+1)}{1.2.3\ldots k},$$

on aura

$$(5) \quad \begin{cases} \mathfrak{N}_{-n,0,k+1} = (-1)^{\frac{k-n+1}{2}} (k+1)_{\frac{k-n+1}{2}}, \\ \mathfrak{N}_{-n,1,k} = \mathfrak{N}_{-n+1,0,k} + \mathfrak{N}_{-n-1,0,k} \\ \qquad = (-1)^{\frac{k-n+1}{2}} \left[(k)_{\frac{k-n+1}{2}} - (k)_{\frac{k-n-1}{2}} \right]. \end{cases}$$

Ajoutons que, si l'on prend $n=0$, la valeur de $\mathfrak{s}_n$ réduite à $\mathfrak{s}_0$ sera, en vertu du 2e théorème du § Ier, égale au terme qui reste indépendant de $e^{\psi\sqrt{-1}}$ dans le développement du produit

$$(1-\varepsilon\cos\psi)\mathfrak{s} = (1-\varepsilon\cos\psi)\left(\cos\psi - \varepsilon + x\sin\psi\sqrt{-1}\right)$$
$$= \left[1-\frac{1}{2}\varepsilon\left(e^{\psi\sqrt{-1}}+e^{-\psi\sqrt{-1}}\right)\right]\left[(1+x)e^{\psi\sqrt{-1}} - \varepsilon + (1-x)e^{-\psi\sqrt{-1}}\right],$$

de sorte qu'on aura

$$(6) \qquad \mathfrak{s}_0 = -2\varepsilon.$$

» Posons maintenant

$$(7) \qquad \mathfrak{s} = \frac{\cos\psi - \varepsilon + x\sin\psi\sqrt{-1}}{(1-\varepsilon\cos\psi)^3}.$$

Alors, en vertu du théorème 1er du § précédent, le coefficient $\mathfrak{s}_n$ de $e^{nT\sqrt{-1}}$ dans le développement de la fonction $\mathfrak{s}$, se réduira au coefficient de $e^{n\psi\sqrt{-1}}$ dans le développement du rapport

$$(8) \qquad \frac{\cos\psi - \varepsilon + x\sin\psi\sqrt{-1}}{(1-\varepsilon\cos\psi)^2}\, e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}}.$$

D'ailleurs si l'on pose, pour abréger,

$$\eta = \frac{1-x}{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{1+x},$$

c'est-à-dire, en d'autres termes, si l'on désigne par η la tangente de la moitié de l'angle qui a pour sinus ε, on trouvera

$$\cos\psi - \varepsilon + k\sin\psi\sqrt{-1} = \frac{\varepsilon}{2\eta}\, e^{\psi\sqrt{-1}}\left(1-\eta\, e^{-\psi\sqrt{-1}}\right)^2,$$

$$1-\varepsilon\cos\psi = \frac{\varepsilon}{2\eta}\left(1-\eta\, e^{-\psi\sqrt{-1}}\right)\left(1-\eta\, e^{\psi\sqrt{-1}}\right),$$

et par suite

$$\frac{\cos\psi - \varepsilon + k\sin\psi\sqrt{-1}}{(1-\cos\psi)^2} = \frac{2\eta}{\varepsilon}\, e^{\psi\sqrt{-1}}\left(1-\eta\, e^{\psi\sqrt{-1}}\right)^{-2}.$$

Donc l'expression (8) deviendra

$$\frac{2\eta}{\varepsilon}\, e^{\psi\sqrt{-1}}\left(1-\eta\, e^{\psi\sqrt{-1}}\right)^{-2} e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}},$$

et le coefficient ϖ_n de $e^{nT\sqrt{-1}}$, dans la fonction ϖ, se réduira au terme qui restera indépendant de $e^{\psi\sqrt{-1}}$ dans le développement du produit

$$(9)\qquad \frac{2\eta}{\varepsilon}\, e^{-(n-1)\psi\sqrt{-1}}\left(1-\eta e^{\psi\sqrt{-1}}\right)^{-2} e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}},$$

de sorte qu'en ayant égard à la formule

$$\left(1-\eta e^{\psi\sqrt{-1}}\right)^{-2} = \Sigma\,(h+1)\,\eta^h e^{h\psi\sqrt{-1}},$$

on trouvera

$$(10)\qquad \varpi_n = \sum (h+1)\mathfrak{N}_{h-n+1,\,0,\,k}\,\frac{n^k}{1.2\ldots k}\,\eta^{h+1}\left(\frac{\varepsilon}{2}\right)^{k-1},$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières nulles ou positives de h et de k.

» Si, dans la formule (10), on réduit le nombre n à zéro, elle donnera simplement

$$(11)\qquad \varpi_0 = 0,$$

attendu que, pour $n = 0$, le produit (9), réduit à la forme

$$\frac{2n}{\varepsilon} e^{\psi\sqrt{-1}} (1 - n e^{\psi\sqrt{-1}})^{-2}$$
$$= \frac{2n}{\varepsilon} (e^{\psi\sqrt{-1}} + 2n e^{2\psi\sqrt{-1}} + 3n^2 e^{3\psi\sqrt{-1}} + \ldots),$$

ne renferme pas de terme indépendant de l'exponentielle $e^{\psi\sqrt{-1}}$.

§ III. *Sur le développement de la fonction* $\frac{1}{v}$.

» En vertu de l'équation (2) du § I^{er}, on a

$$(1) \qquad v^2 = r^2 - 2rr' \cos\delta + r'^2.$$

D'autre part, si l'on réduit à zéro les excentricités ε, ε', ainsi que l'inclinaison mutuelle I des orbites décrites par les planètes m, m', on tirera des formules (3), (4), (5) du § I^{er},

$$r = a, \quad p - \varpi = \psi = T,$$

et

$$r' = a', \quad p' - \varpi' = \psi' = T';$$

et, comme on aura

$$\mu = 1, \quad \nu = 0,$$

la formule (10) du même paragraphe donnera

$$\cos\delta = \cos(T' - T + \Pi),$$

en sorte que l'équation (1) se trouvera réduite à

$$(2) \qquad v^2 = a^2 - 2aa' \cos(T' - T + \Pi) + a'^2.$$

» Posons maintenant, pour abréger,

$$(3) \qquad \frac{1}{2}\left(\frac{a'}{a} + \frac{a}{a'}\right) = \lambda;$$

la formule (2) deviendra

$$v^2 = 2aa' [\lambda - \cos(T' - T + \Pi)];$$

et si, dans le cas où chacune des quantités

$$\varepsilon,\ \varepsilon',\ \mathrm{I}$$

diffère de zéro, on pose

$$\iota^2 = 2aa'\,[\lambda - \cos(T' - T + \Pi) + \text{ȣ}], \tag{4}$$

la quantité ȣ restera généralement très petite en même temps que ε', ε', I. Alors aussi $2aa'\text{ȣ}$ représentera la différence entre les deux valeurs de ι^2 que fournissent les équations (1) et (2), en sorte que l'on aura

$$2aa'\text{ȣ} = r^2 - a^2 + r'^2 - a'^2 - 2rr'\cos\delta + 2aa'\cos(T' - T + \Pi),$$

et par suite

$$\text{ȣ} = \frac{1}{2}\frac{a}{a'}\left(\frac{r^2}{a^2} - 1\right) + \frac{1}{2}\frac{a'}{a}\left(\frac{r'^2}{a'^2} - 1\right) - \frac{r}{a}\frac{r'}{a'}\cos\delta + \cos(T' - T + \Pi). \tag{5}$$

» D'autre part, en posant, pour abréger,

$$\Lambda = [\lambda - \cos(T' - T + \Pi)]^{-\frac{1}{2}}, \tag{6}$$

on tirera de la formule (4)

$$\frac{1}{\iota} = (2aa')^{-\frac{1}{2}} \sum \frac{\text{ȣ}^l}{1.2\ldots l}\,\mathrm{D}_\lambda^l \Lambda, \tag{7}$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières nulle ou positives de l. Or il suit de l'équation (7) qu'il deviendra facile de développer $\frac{1}{\iota}$ en série ordonnée suivant les puissances entières des exponentielles

$$e^{T\sqrt{-1}}, \quad e^{T'\sqrt{-1}},$$

dès que l'on aura développé séparément en séries de cette espèce les deux fonctions

$$\text{ȣ}^l \quad \text{et} \quad \Lambda.$$

En effet, supposons d'un côté

$$\Lambda = \Sigma \Lambda_n e^{n(T' - T + \Pi)\sqrt{-1}}, \tag{8}$$

et d'un autre côté

$$(9) \qquad \mathfrak{v}^{\text{I}} = \Sigma \mathfrak{v}^{(\text{I})}_{n,n'} \, e^{(nT+n'T')\sqrt{-1}},$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières de n, ou de n et n'; on aura généralement

$$(10) \qquad \Lambda_{-n} = \Lambda_n,$$

et il est clair que, dans le développement du produit

$$\mathfrak{v}^{\text{I}} \mathrm{D}^{\text{I}}_{\lambda} \Lambda,$$

le coefficient de

$$e^{(nT+n'T')\sqrt{-1}}$$

sera

$$(11) \begin{cases} \mathfrak{v}^{(\text{I})}_{n,n'} \mathrm{D}^{\text{I}}_{\lambda} \Lambda_0 + \mathfrak{v}^{(\text{I})}_{n+1,n'-1} \mathrm{D}^{\text{I}}_{\lambda} \Lambda_1 e^{\Pi\sqrt{-1}} + \mathfrak{v}^{(\text{I})}_{n+2,n'-2} \mathrm{D}^{\text{I}}_{\lambda} \Lambda_2 e^{2\Pi\sqrt{-1}} + \ldots \\ \qquad + \mathfrak{v}^{(\text{I})}_{n-1,n'+1} \mathrm{D}^{\text{I}}_{\lambda} \Lambda_1 e^{-\Pi\sqrt{-1}} + \mathfrak{v}^{(\text{I})}_{n-2,n'+2} \mathrm{D}^{\text{I}}_{\lambda} \Lambda_2 e^{-2\Pi\sqrt{-1}} + \ldots \end{cases}$$

Donc ce coefficient pourra être considéré comme une fonction linéaire des quantités de la forme

$$\mathfrak{v}^{(\text{I})}_{n+k,\,n'-k},$$

multipliées chacune par un facteur de la forme

$$\mathrm{D}^{\text{I}}_{\lambda} \Lambda_k e^{k\Pi\sqrt{-1}}.$$

Il est même important d'observer que les diverses valeurs de

$$\mathfrak{v}^{(\text{I})}_{n+k,\,n'-k}$$

représenteront les coefficients des diverses puissances de $e^{(T'-T)\sqrt{-1}}$ dans une seule partie du développement de $\mathfrak{v}^{\text{I}}$ en série ordonnée suivant les puissances entières des deux exponentielles

$$e^{T\sqrt{-1}}, \qquad e^{(T'-T)\sqrt{-1}},$$

savoir, dans la partie de ce développement qui sera proportionnelle à l'exponentielle

$$e^{(n+n')T\sqrt{-1}}.$$

Cette remarque très simple permet d'obtenir la somme (11) à l'aide du théorème que nous allons énoncer.

» *Théorème.* Posons

$$ɤ = \Sigma ɤ_n e^{nT\sqrt{-1}} \tag{12}$$

et plus généralement

$$ɤ^l = \Sigma ɤ_n^{(l)} e^{nT\sqrt{-1}}, \tag{13}$$

$ɤ_n$ et $ɤ_n^{(l)}$ désignant des fonctions de la seule exponentielle

$$e^{(T'-T)\sqrt{-1}}.$$

Quand on voudra obtenir le coefficient de

$$e^{(nT+n'T')\sqrt{-1}}$$

dans le développement du produit $ɤ^l \mathrm{D}_\lambda^l \Lambda$, il suffira de chercher le coefficient de l'exponentielle

$$e^{n'(T'-T)\sqrt{-1}},$$

dans le développement du produit

$$ɤ_{n+n'}^{(l)} \mathrm{D}_\lambda^l \Lambda.$$

» Observons encore que du développement de la fonction $ɤ$ l'on déduira aisément, par des multiplications successives, les développements de $ɤ^2, ɤ^3, \ldots, ɤ^l$. Donc des diverses valeurs de $ɤ_n$, supposées connues, on pourra aisément déduire les diverses valeurs de $ɤ_n^{(l)}$.

» En vertu de ce qu'on vient de dire, pour réduire la recherche du développement de $\frac{1}{ɤ}$ à celle du développement de $ɤ$, il suffit de connaître les valeurs numériques des facteurs de la forme

$$\mathrm{D}_\lambda^l \Lambda.$$

» M. Le Verrier a donc exécuté un travail fort utile pour l'astronomie, en construisant des tables qui fournissent avec exactitude ces valeurs numériques. Il est d'ailleurs généralement très avantageux de substituer au dé-

veloppement de la fonction $\frac{1}{v}$ à celui de la fonction $\mathfrak{v}$, attendu que des deux séries multiples, produites par ces développements, la première converge très lentement, tandis que la convergence de la seconde est pour l'ordinaire très rapide. En raison de cette dernière circonstance, on pourrait employer avec succès, pour développer $\mathfrak{v}$ et $\mathfrak{v}'$ en séries, ou les formules d'interpolation connues, qui reposent sur les propriétés des racines de l'unité, et que j'ai précédemment appliquées à des problèmes de mécanique céleste dans mon Mémoire de 1832, ou la nouvelle formule d'interpolation que j'ai donnée en 1835, ou bien encore celle que M. Le Verrier a présentée récemment à l'Académie. Au reste, on pourra aussi développer facilement en série la fonction $\mathfrak{v}$, en partant de la formule (5), et ayant recours aux théorèmes établis dans le premier paragraphe. Déjà nous avons ainsi obtenu le développement de la fonction

$$\cos\psi - \varepsilon + \varkappa \sin\psi \sqrt{-1},$$

duquel on déduira immédiatement ceux des fonctions

$$\cos\psi - \varepsilon \pm \varkappa \sin\psi \sqrt{-1}, \quad \cos\psi' - \varepsilon' \pm \varkappa' \sin\psi' \sqrt{-1},$$

par conséquent celui de la fonction

$$\frac{r}{a}\frac{r'}{a'}\cos\delta,$$

déterminée par la formule (11) du § II. Or, en effaçant dans le dernier développement la portion équivalente à $\cos(T' - T + \Pi)$, et changeant le signe du reste, on obtiendra la partie du développement de $\mathfrak{v}$ qui représente le binome

$$-\frac{rr'}{aa'}\cos\delta + \cos(T' - T + \Pi).$$

Pour être en état de calculer l'autre partie ou le développement de la somme

$$\frac{1}{2}\frac{a}{a'}\left(\frac{r^2}{a^2} - 1\right) + \frac{1}{2}\frac{a'}{a}\left(\frac{r'^2}{a'^2} - 1\right),$$

il suffira de savoir développer l'expression

$$\frac{r^2}{a^2} - 1$$

en une série ordonnée suivant les puissances ascendantes de $e^{T\sqrt{-1}}$. Or il résulte immédiatement du 1[er] théorème du § I[er], que le coefficient de

$$e^{nT\sqrt{-1}},$$

dans cette série, sera le terme indépendant de $e^{\psi\sqrt{-1}}$, dans le développement du produit

$$\frac{1}{n\sqrt{-1}} e^{-n\psi\sqrt{-1}} e^{n\varepsilon\sin\psi\sqrt{-1}} D_\psi\left(\frac{r^2}{a^2}\right).$$

Donc, puisque l'on a

$$D_\psi\left(\frac{r^2}{a^2}\right) = D_\psi(1-\varepsilon\cos\psi)^2 = 2\varepsilon(1-\varepsilon\cos\psi)\sin\psi,$$

le coefficient dont il s'agit sera, pour $n > 0$,

$$(14) \qquad \Sigma\left(\mathfrak{N}_{-n,1,k+1}\,\varepsilon - 2\mathfrak{N}_{-n,0,k+1}\right)\frac{n^{k-1}}{1.2.3\ldots k}\left(\frac{\varepsilon}{2}\right)^{k+1}.$$

Ajoutons que le terme correspondant à $n=0$, c'est-à-dire le terme indépendant de $e^{T\sqrt{-1}}$, dans le développement de la différence

$$\frac{r^2}{a^2} - 1,$$

sera, en vertu du 2[e] théorème [§ I[er]], équivalent au terme indépendant de $e^{\psi\sqrt{-1}}$, dans le développement du produit

$$\begin{aligned}&(1-\varepsilon\cos\psi)^3 - (1-\varepsilon\cos\psi)\\ =&\left[1 - \frac{\varepsilon}{2}\left(e^{\psi\sqrt{-1}} + e^{-\psi\sqrt{-1}}\right)\right]^3 - \left[1 - \frac{\varepsilon}{2}\left(e^{\psi\sqrt{-1}} + e^{-\psi\sqrt{-1}}\right)\right],\end{aligned}$$

par conséquent à la quantité

$$\frac{3}{2}\varepsilon^2.$$

» Lorsqu'on se propose en particulier de trouver le terme indépendant de $e^{T\sqrt{-1}}$ dans le développement de la fonction $\frac{1}{r}$, ou, ce qui revient au

même, le terme indépendant de $e^{\psi\sqrt{-1}}$ dans le développement du rapport

$$\frac{1 - \varepsilon \cos \psi}{v},$$

il est avantageux de remplacer les équations (4) et (5) par les deux suivantes

$$v^2 = 2aa' [\lambda - \cos(\psi' - \psi + \Pi) + s],$$

$$s = \frac{1}{2}\frac{a}{a'}\left(\frac{r^2}{a^2} - 1\right) + \frac{1}{2}\frac{a'}{a}\left(\frac{r'^2}{a'^2} - 1\right) - \frac{rr'}{aa'}\cos\delta + \cos(\psi' - \psi + \Pi),$$

dont la seconde fournit une valeur de s qui renferme seulement les premières et les secondes puissances des exponentielles

$$e^{\pm\psi\sqrt{-1}}, \quad e^{\pm\psi'\sqrt{-1}}.$$

Alors aussi l'on peut appliquer à la recherche des coefficients renfermés dans le développement de $\frac{1}{v}$ une nouvelle méthode d'interpolation fondée sur les propriétés des racines de certaines équations réciproques. C'est au reste ce que je montrerai plus en détail dans un autre article. »

M. **Dutrochet** dépose deux paquets cachetés portant pour suscription, l'un: *Sur les mouvements du camphre;* l'autre: *Sur les variations diurnes de l'aiguille aimantée.*

RAPPORTS.

PHYSIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **Edmond Becquerel**, intitulé: *Recherches sur les rayonnements chimiques qui accompagnent la lumière solaire, et la lumière électrique.*

(Commissaires, MM. Arago, Savary, Biot rapporteur.)

« L'Académie a chargé, MM. Arago, Savary et moi (M. Biot) d'examiner un Mémoire de M. Edmond Becquerel, contenant des recherches sur les rayonnements chimiques qui accompagnent la lumière solaire, et la lumière électrique. Nous allons avoir l'honneur de lui en rendre compte.

» Les découvertes de M. Niépce et de M. Daguerre ont offert aux physiciens un vaste champ de phénomènes qu'ils ne font que commencer à explorer, mais où leurs premiers pas ont déjà fait reconnaître l'existence d'une multitude d'actions physiques, jusque alors incomplétement soupçonnées, qui paraissent avoir une influence très puissante, comme très diverse, sur les combinaisons, et les décompositions chimiques des corps. Dans un concours d'efforts si récents, et dont le sujet paraît si étendu qu'on ne saurait prévoir où il pourra conduire, il serait presque impossible d'assigner déjà à chacun des faits successivement reconnus leur valeur, et surtout leur portée véritable. C'est pourquoi, sans hasarder une appréciation aussi délicate, nous nous bornerons à rappeler qu'on est arrivé à ce résultat général, savoir : que, de chaque point des corps, il dérive continuellement une infinité de radiations rectilignes, résultantes d'une émission matérielle, ou d'ondulations propagées ; susceptibles d'être absorbées, réfléchies, réfractées ; et qui, selon les qualités propres, attachées à leur nature ainsi qu'à leurs vitesses actuelles, peuvent produire la vision, la chaleur, ou déterminer certains phénomènes chimiques, lorsqu'elles sont reçues par des substances, ou par des organes, sensibles à leurs impressions. Ce que nous appelons *la lumière*, n'est qu'une spécialité de ces radiations, qui se trouve apte à impressionner notre rétine lorsqu'elles arrivent à l'œil avec certains degrés de vitesse. Chaque substance, vivante ou non vivante, organisée on non organisée, est, de même, plus ou moins sensible à certaines portions de la radiation totale, que nous parvenons à distinguer les unes des autres, soit par leur réfrangibilité diverse, soit par leur inégale aptitude pour être absorbées par les mêmes milieux. Et les substances ainsi affectées, éprouvent souvent, sous cette influence, une excitation qui a pour résultat la séparation de leurs éléments constituants chimiques, ou qui les dispose à former des combinaisons que nous ne pourrions pas autrement déterminer.

» M. Edmond Becquerel ajoute à ces notions le fait suivant, dont l'établissement est l'objet spécial de son Mémoire : *Des rayons qui ne peuvent pas impressionner sensiblement une substance préparée à l'abri de toute radiation, peuvent continuer très vivement l'action que des rayons différents auraient commencé à exercer sur elle.* En conséquence, il appelle ceux-ci *rayons excitateurs*, et les autres *rayons continuateurs*. C'est l'expression immédiate de l'effet qu'il a observé. Nous verrons tout-à-l'heure qu'on peut encore l'énoncer sous une autre forme, qui nous semble mon-

trer plus évidemment sa connexion avec les phénomènes déjà connus; mais d'abord nous adopterons le langage de M. Becquerel.

» Il a constaté ce fait remarquable, par deux genres d'expériences que nous avons employées avec lui pour le vérifier, et nous allons les décrire successivement.

» Le premier consiste à briser, par le prisme, un trait de lumière solaire introduit dans la chambre obscure, et à faire agir séparément les diverses portions de la radiation totale ainsi réfractée. L'état brumeux du ciel rend cette expérience difficile dans la saison actuelle; cependant nous avons pu la faire une fois. M. Becquerel annonce, dans son Mémoire, l'avoir vu réussir sur les papiers imprégnés de bromure ou de chlorure d'argent, et sur les plaques d'argent iodurées. Nous ne l'avons vérifiée qu'avec les papiers bromurés, dont les modifications s'aperçoivent plus immédiatement; mais l'analogie avec les plaques iodurées rend très concevable que le même effet ait lieu pour elles. M. Becquerel n'a rien vu s'opérer de pareil sur la matière sensible du gaïac, ni sur l'acide chromique. Il remarque, avec raison, que cette succession d'effets ne peut pas être observée sur le chlorure d'or; mais, loin que ce soit une exception, cela nous paraît être plutôt une extension de la nouvelle propriété qu'il a découverte.

» Ayant jeté dans une chambre obscure un spectre lumineux horizontal, dont la direction longitudinale contenait tous les éléments tant visibles qu'invisibles de la radiation solaire, séparés et dispersés suivant l'ordre de leurs réfrangibilités respectives, on a préparé une longue feuille de papier sensible, en l'imprégnant d'abord d'une solution de bromure de potassium, la faisant sécher, et recouvrant ensuite la couche de bromure par une solution de nitrate d'argent, dans la chambre obscure même. Ce procédé a été indiqué par M. Talbot. On sait, ou du moins on croit savoir, qu'il s'opère alors un échange de bases, d'où résulte une formation immédiate de nitrate de potasse et de bromure d'argent, dans un état tel que ce dernier sel se trouve extrêmement sensible à l'action des radiations les plus réfrangibles. Quand la feuille ainsi préparée a été bien séchée, on l'a partagée en deux bandes A et B, dont l'une B a été enfermée soigneusement à l'abri de toute radiation, tandis que l'autre A a été immédiatement placée dans le spectre, de manière à recevoir sur sa longueur l'action de toutes les radiations de diverses réfrangibilités comprises non-seulement dans l'amplitude visible du spectre, mais encore au-delà de cette amplitude jusqu'à une certaine distance, principalement du côté de l'extrémité

rouge. Après peu de temps, le papier s'est impressionné dans les parties exposées aux radiations les plus réfrangibles, concordantes avec les rayons visibles bleus, indigos, violets, et même au-delà. Mais la portion exposée aux radiations les moins réfrangibles, concordantes avec les rayons visibles verts, jaunes, orangés, rouges, n'a éprouvé aucune coloration appréciable, même après un séjour assez prolongé pour que tout le reste de la bande fût déjà très notablement noirci. M. Edmond Becquerel a inséré dans son Mémoire une figure qui représente l'amplitude de coloration de la bande de papier, dans cette circonstance, telle que l'expérience nous l'a fait voir.

» Alors on a pris la bande de papier sensible B, qui avait été, jusque alors tenue enfermée à l'abri de toute radiation; et on l'a recouverte d'une bande de carton épais, plus longue et plus large, qui était, sur toute sa longueur, découpée par bandes transversales, alternativement vides et pleines. Puis, on l'a présentée un seul instant, peut-être pendant moins d'une seconde, à la radiation solaire directe, sous cet abri partiel. En ramenant le tout dans la chambre obscure, et découvrant le papier, pour le regarder à la lueur d'une bougie, on pouvait déjà entrevoir, dans toute sa longueur, quelque faible trace de coloration sur les bandes vides que la radiation avait frappées. Mais, en le portant dans le spectre, ces bandes prirent bientôt une teinte noire beaucoup plus forte, sous l'influence des radiations invisibles correspondantes aux réfrangibilités des rayons verts, jaunes, orangés et rouges; tandis que leurs intervalles, primitivement non impressionnés, demeuraient tout-à-fait insensibles. Dans tout le reste du spectre, au contraire, la coloration, d'abord un peu plus marquée sur les bandes impressionnées, s'est bientôt étendue uniformément. Après quelque temps, la coloration des bandes impressionnées, situées vers l'extrémité la moins réfrangible, s'est montrée au plus haut degré d'intensité dans la plage correspondante aux rayons verts; étant là aussi forte, ou presque aussi forte, que dans les violets; et se dégradant des deux côtés autour de ce maximum. Au lieu qu'il ne s'était opéré aucune trace d'action dans cette même plage, quand la bande n'avait pas été préalablement exposée à la radiation générale. Des expériences ultérieures nous ont appris que cette exposition ne peut être trop courte, ni la chambre trop complétement obscure, ni le carton protecteur trop épais. Il faut même se méfier de la bougie, dont la flamme n'est pas absolument dépourvue de radiation excitante. Mais la nécessité reconnue de toutes ces précautions ne fait que confirmer davantage le fait important découvert et annoncé par M. Ed-

mond Becquerel, savoir : que *certains rayons, inhabiles à exercer primitivement une action sur le papier, sont très propres à continuer cette action, quand elle a été commencée par d'autres.*

» Remarquons toutefois que la succession des résultats ainsi obtenus pourrait encore s'exprimer d'une manière différente, qu'il nous semble essentiel d'indiquer. On sait, d'une part, que les substances de nature dissemblable, sont généralement sensibles à des portions diverses de la radiation totale. D'une autre part, le fait primordial découvert par Niépce, et depuis si heureusement étendu, varié, appliqué par M. Daguerre, montre que les substances en s'impressionnant changent de nature, puisque les portions inégalement impressionnées deviennent inégalement sensibles à l'action chimique des mêmes milieux, liquides ou aériformes ; et c'est là ce qui produit la distinction des linéaments de l'image dans les dessins ainsi obtenus. Pareillement, pour les papiers sensibles, on ne peut douter que le bromure d'argent impressionné, et plus ou moins noirci, ne soit devenu différent du bromure non impressionné. Nous n'avons pas besoin de spécifier si la modification dont il s'agit est chimique ou mécanique ; c'est-à-dire si elle consiste dans la séparation et la dissipation d'un des principes, par exemple du brome, du chlore, de l'iode, ou dans un autre arrangement moléculaire des principes entre eux. Car ces deux modes d'altération pourraient également amener un degré différent de sensibilité aux mêmes réactifs chimiques, ou aux mêmes sortes de radiations. Dans cette seconde manière de voir, le phénomène observé par M. Edmond Becquerel peut s'énoncer, en disant que *le papier impressionné, et modifié, devient sensible à des portions de la radiation auxquelles il était primitivement insensible.* Ce qui rattache ainsi le nouveau phénomène à l'ensemble de ceux que l'on connaissait précédemment.

» M. Edmond Becquerel a reproduit les mêmes résultats, en substituant aux radiations séparées par le prisme les portions de la radiation totale, transmises par des verres colorés de nature diverse. Nous n'avons pas négligé ce moyen de confirmation. Mais nous rapporterons seulement une des expériences auxquelles nous l'avons appliqué.

» Elle a été faite avec un verre rouge qui, étudié par le prisme en prenant la flamme d'une bougie pour corps lumineux, ne transmettait à l'œil qu'une image simple de couleur rouge, terminée par un peu d'orangé. Néanmoins, quelques particularités qu'il nous a présentées nous portent à croire qu'il devait transmettre aussi une petite proportion de rayons invisibles, d'une réfrangibilité plus grande que celles-là. Ayant préparé une

feuille de papier sensible, dans l'obscurité, en l'imprégnant successivement de bromure de potassium, puis de nitrate d'argent, comme on l'a expliqué plus haut, on en a coupé deux morceaux pareils que l'on a successivement placés au fond d'une boîte de bois, où ils étaient entièrement recouverts par une plaque métallique dont la portion centrale était découpée en parties vides et pleines, figurant les contours d'un bouquet de fleurs. Le tout encore a été soigneusement recouvert d'une planche épaisse, puis porté hors de la chambre obscure au-devant d'une fenêtre ouverte au nord. Alors, enlevant rapidement l'obturateur en bois, puis le replaçant aussi vite qu'on a pu le faire, les parties du papier qui répondaient aux vides de la plaque métallique se sont trouvées ainsi exposées, certainement pendant moins d'une seconde, à la radiation diffuse du ciel brumeux de ces derniers jours. Toutefois, après avoir reporté le papier dans la chambre obscure, en le retirant de dessous la plaque métallique et le considérant avec attention sous diverses faces, à la lumière d'une bougie, on y entrevoyait une trace infiniment légère du dessin qu'on savait, ou qu'on présumait, devoir y exister. Celui des deux papiers où l'on a cru reconnaître le plus distinctement cette trace a été soigneusement serré et enfermé à l'abri de toute radiation, pour servir ultérieurement comme type comparable; l'autre, le moins impressionné, a été replacé au fond de la boîte, recouvert par le verre rouge à distance, et abrité de tous côtés par plusieurs doubles de papier noir collés les uns sur les autres dans tous les interstices par lesquels les radiations, ou l'air ambiant lui-même, auraient pu pénétrer latéralement. Cela fait, l'appareil a été exposé à la radiation diffuse du ciel, du côté du nord et vers le zénith; de manière que le papier la pouvait uniquement recevoir à travers le verre rouge, tant sur les parties de sa surface qui avaient été exposées un seul instant à la radiation directe, que sur celles que l'interposition du métal en avait préservées. On laissa continuer ainsi l'action depuis une heure du soir jusqu'à cinq. Alors, en démontant l'appareil dans l'obscurité, le bouquet parut très visiblement dessiné en noir sur un fond blanc; les portions du papier qui avaient reçu la radiation directe étant seules noircies, et les parties qui en avaient été préservées n'ayant éprouvé aucune action appréciable. Quant à l'autre papier qui avait été mis à l'abri de toute radiation, il avait conservé son état primitif, et l'image n'y était devenue ni plus ni moins discernable; de sorte que c'était un contraste frappant d'observer ces deux papiers à côté l'un de l'autre. C'est ce que M. Savart a reconnu comme nous, et il nous a autorisés à nous appuyer de son témoignage. Ainsi, sur le papier recouvert

du verre rouge, l'image s'était développée en l'absence de l'objet. Elle y existait donc d'abord, invisiblement définie et tracée par l'action instantanée de la radiation directe; et pour qu'elle ait pu ensuite ressortir visible sur le reste blanc du papier, il a fallu que ce reste demeurât insensible, ou à peine sensible, à la radiation transmise par le verre rouge, tandis que les portions qui avaient vu un instant le ciel à travers les vides de la plaque métallique continuaient de s'impressionner sous l'influence de cette même radiation transmise, et efficace pour elles seules. C'est précisément là le fait que M. E. Becquerel a voulu établir; et cette expérience, qui lui appartient, que nous avons seulement répétée avec lui, confirme pleinement les résultats obtenus en éprouvant l'action des radiations d'inégale réfrangibilité, après les avoir séparées par le prisme (1).

» On sait que les papiers sensibles, préparés selon la première méthode de M. Talbot, par la décomposition réciproque du chlorure de sodium et

---

(1) L'expérience a été répétée aujourd'hui avec des circonstances encore plus décisives. Ce matin, à 8 heures, on a pris un papier qui, depuis trois jours, avait été imprégné de bromure de potassium, de sorte qu'il était devenu parfaitement sec; puis on l'a imprégné de nitrate d'argent dans la chambre obscure, en s'éclairant par la seule lueur d'une bougie tenue très distante; et enfin on a opéré la dessiccation par la chaleur obscure, en l'appliquant sur un vase d'étain rempli d'eau chaude. Cela fait, on a coupé comme précédemment, dans ce papier, deux morceaux pareils, et les ayant successivement placés dans l'appareil d'exposition, recouverts par la vignette métallique découpée, on les a présentés pendant un instant le plus court possible à la radiation diffuse du ciel, alors excessivement brumeux, du côté du nord. Après les avoir retirés dans l'obscurité, ils n'offraient, ni l'un ni l'autre, aucune trace d'impression appréciable à l'examen le plus attentif. On a conservé l'un d'eux bien enfermé à l'abri de toute radiation, et l'on a exposé l'autre sous le verre rouge à la radiation zénithale du ciel. A une heure après midi on l'a ramené dans la chambre obscure; et, enlevant le verre rouge, on a vu le dessin très distinctement tracé, ce qui a été constaté avec nous par un habile professeur de physique, M. Masson, qui se trouvait alors dans les cabinets du Collége de France. Cette observation faite, on a replacé le verre rouge et exposé le tout de nouveau à la radiation zénithale. Le soir, en découvrant le papier, on a trouvé le dessin bien plus fortement marqué, tandis qu'il ne s'en était développé aucune trace sur le morceau qui avait été tenu à l'abri de toute radiation, deux résultats que M. Savart a constatés avec nous. Le fait annoncé par M. Becquerel est donc indubitablement vérifié par cette seconde épreuve. On a renfermé soigneusement ces deux papiers; et, s'ils ne s'altèrent pas d'ici à lundi prochain, on exposera à la radiation sous le verre rouge celui où le dessin est encore invisible, pour voir s'il se manifestera. On rendra compte du résultat à l'Académie, dans sa séance prochaine.

du nitrate d'argent, sont faiblement impressionnables par la radiation artificielle d'une lampe Locatelli. On devait présumer que cela aurait lieu aussi, et même à un degré plus marqué, pour les papiers où le chlorure est remplacé par un bromure. Comme l'intensité de cet effet n'était pas inutile à connaître pour l'exactitude des expériences précédentes, puisque les papiers sont éclairés par la flamme d'une bougie lorsqu'on les prépare, nous avons voulu la constater. Pour cela, ayant taillé, comme précédemment, deux morceaux pareils dans une même feuille de papier bromuré, nous les avons successivement présentés à la radiation diffuse du ciel sous la plaque métallique découpée, en tâchant de rendre le temps de l'exposition aussi court que possible; puis, nous avons conservé l'un d'eux dans une obscurité complète, bien abrité de toute radiation visible, et nous avons exposé l'autre dans la chambre obscure, à la radiation d'une lampe Locatelli à trois becs, munie d'un réflecteur métallique. Il s'est impressionné sensiblement en peu de minutes, et d'abord sur les parties qui avaient vu un instant le ciel à travers les découpures de la plaque métallique; de manière que le dessin du bouquet est devenu ainsi parfaitement distinct sur le reste du fond encore blanc, comme M. Savart a bien voulu le constater encore avec nous. Mais, peu à peu, le reste du papier a commencé aussi à se colorer; et l'intensité de sa teinte s'accroissant toujours, tandis que celle du dessin ne dépassait pas un certain maximum où elle était parvenue d'abord, la différence qui faisait apercevoir l'image est devenue graduellement moindre; et le tout a fini par se fondre en une teinte uniforme, mais beaucoup moins foncée que ne l'aurait produite la radiation directe du ciel. Ainsi, la flamme envoyait au papier deux sortes de rayons chimiques: les uns, en quantité très faible, capables de l'impressionner immédiatement sur toute sa surface; et les autres, en proportion beaucoup plus abondante, capables d'influencer seulement les portions qui avaient déjà reçu un moment la radiation directe du ciel. C'est encore l'expérience de M. E. Becquerel sous une autre forme. Mais, puisque les flammes artificielles émettent des radiations capables d'impressionner immédiatement le papier bromuré, la flamme de la bougie agira déjà sur lui pendant qu'on le prépare. Or cette influence doit avoir deux effets, dont l'un consiste à établir d'avance, sur toute la surface du papier, un commencement de teinte uniforme qui rendra la distinction ultérieure de l'image moins facile; tandis que l'autre peut accélérer la formation de cette image en rendant le papier immédiatement sensible à des radiations qui ne l'auraient pas affecté, s'il n'avait pas d'abord éprouvé cette première action.

La même cause influe sans doute sur les plaques d'argent iodurées, lorsqu'on les examine pendant leur préparation, pour voir si la couche d'iode dont elles sont chargées est suffisamment épaisse. Il ne sera pas inutile d'étudier les conséquences définitives que cette première impression, si faible qu'elle soit, peut avoir sur les représentations que l'on cherche à obtenir par ces divers procédés; car aucun détail n'est à négliger dans des opérations dont le succès dépend de tant de circonstances délicates, et encore si peu connues.

» Les expériences de M. Edmond Becquerel prouvent que les images sont déjà invisiblement tracées sur les papiers, et sur les plaques, dès le premier instant que la radiation efficace agit sur leur surface. Cela résultait aussi antérieurement des épreuves mêmes que M. Daguerre avait faites pour constater l'excessive sensibilité de la couche d'iode déposée sur les plaques d'argent. La condition, tant desirée, de la rapidité de l'art photogénique doit donc consister, non pas à créer ou à fortifier l'image en prolongeant l'action de la radiation émanée de l'objet, mais à la rendre manifeste en l'absence de l'objet, soit, comme l'a fait M. E. Becquerel, en soumettant le papier, ou les plaques, à des radiations d'une telle nature, qu'elles s'exercent seulement sur les portions de la surface déjà impressionnées, étant inefficaces pour les autres; soit en cherchant des réactifs qui aient sur ces parties une action chimique différente, comme cela a lieu dans les premières expériences de Niépce, et dans les opérations plus parfaites de M. Daguerre. En indiquant la possibilité de ce second mode de manifestation comme une conséquence de l'instantanéité du tracé, les commissaires n'ont pas du tout l'intention de supposer, ou de prévoir, que M. Daguerre ait dû suivre cette voie pour obtenir des tableaux résultants d'une impression qui ne dure qu'un moment, comme il vient de l'annoncer à l'Académie; et ils sont très loin de méconnaître combien la formation d'une figure, par la seule limitation géométrique de l'action directe, est moins difficile que la formation d'un dessin distinct des objets naturels, obtenu par réfraction dans la chambre obscure. Ils se bornent à signaler un principe physique résultant des expériences qu'ils ont dû examiner dans le présent rapport; et celui d'entre eux qu'ils ont chargé de le rédiger n'a, par lui-même, non plus que par le Mémoire de M. Becquerel, aucune notion du réactif chimique qui pourrait manifester l'image instantanément formée, soit sur la plaque iodurée, soit sur toute autre substance impressionnable. L'existence de cette image invisible est la seule chose qui leur soit prouvée; et sa manifestation, par l'action continue des rayons

devenus localement efficaces, est le seul mode qu'ils aient vu réalisé dans les expériences dont ils viennent de rendre compte.

» M. E. Becquerel a cherché si les impressions instantanément produites sur les papiers sensibles par les radiations qui accompagnent la lumière électrique seraient continuées par celles qui accompagnent la radiation solaire, et il s'est assuré que cela avait lieu. Le temps nous a manqué pour répéter avec lui cette expérience, mais l'analogie nous porte à la croire exacte. Néanmoins il était essentiel de l'effectuer.

» Lorsque la belle saison sera revenue, nous desirerions qu'il reprît ses expériences sur les radiations prismatiques, avec toutes les précautions qui peuvent leur donner la dernière rigueur; c'est-à-dire en fixant le trait de lumière solaire par un héliostat, en séparant ses éléments d'inégale réfrangibilité par les mêmes procédés dont Newton s'est servi dans l'analyse de la lumière, et en excluant avec le plus grand soin toute radiation étrangère à celles dont il voudra étudier les effets propres. Il sera utile qu'il répète alors une expérience que nous l'avons engagé à faire, et qu'il nous a dit avoir réussi, mais que le mauvais temps ne nous a pas permis de répéter nous-mêmes. Elle consiste à impressionner d'abord le papier sensible, non en l'exposant à la radiation solaire directe, ou diffuse, mais seulement en le plaçant, pendant quelques secondes, dans les portions les plus réfrangibles du rayon brisé, au-delà du violet visible, puis le reportant dans les parties les moins réfrangibles, pour voir si l'impression s'y continue encore, comme cela est très présumable, et comme il nous a dit l'avoir observé. Nous l'engageons aussi à faire alors les expériences nécessaires pour décider l'alternative d'interprétation dont ses résultats actuels sont susceptibles; laquelle consiste à savoir s'ils exigent nécessairement l'existence d'une propriété spéciale des rayons chimiques, dont les uns seraient à la fois *excitateurs* et *continuateurs*, tandis que les autres seraient seulement *continuateurs*, comme il l'a supposé; ou si, comme nous le croyons plus probable, la différence de ces effets successifs tiendrait seulement à un changement d'affection et d'impressionnabilité, résultant du changement de nature chimique ou moléculaire de la substance impressionnée. Parmi les épreuves qui pourraient décider cette alternative, nous desirerions qu'il examinât si la différente nature d'action qui semble ici inhérente aux réfrangibilités inégales, pourrait être suppléée par une différence d'intensité; et pareillement, si la différence d'affection ou d'impressionnabilité que l'on peut attribuer à la substance déjà impressionnée, comme

conséquence d'un changement chimique ou moléculaire, persiste et lui reste propre, tant qu'elle conserve son nouvel état.

» Ces mêmes expériences indiquent comme vraisemblables beaucoup d'autres conséquences qu'il faudra vérifier expérimentalement. Par exemple, quand on voit certaines combinaisons ou décompositions chimiques exiger d'abord l'action directe de la radiation solaire pour commencer à s'opérer, puis se continuer, et se terminer sous la seule action de la radiation diffuse, ne serait-ce pas aussi parce que les éléments en présence, étant une fois impressionnés, deviennent sensibles à ces dernières radiations, auxquelles ils étaient précédemment insensibles? Lorsque le chlorure d'or, et d'autres substances encore, une fois impressionnées par la radiation atmosphérique, continuent à se modifier dans l'obscurité, comme Seebeck dit l'avoir reconnu pour ce chlorure, ne serait-ce pas qu'elles deviendraient alors sensibles aux radiations qui émanent même des corps non lumineux? et ce dernier genre de radiation ne pourrait-il pas aussi être postérieurement efficace, dans une infinité de circonstances où l'on n'a pas jusqu'à présent soupçonné son action? Nous-mêmes, dans les expériences que le présent rapport a nécessitées, nous avons été surpris de voir les papiers bromurés s'impressionner sensiblement sur des parties de leur surface que nous nous étions efforcés de cacher à toute radiation directe, soit en les enfermant sous des enveloppes multiples de papier noir, collées les unes sur les autres, soit en les tenant serrées entre des plaques épaisses d'un bois très compacte. Est-ce que les particules d'air dont l'illumination compose l'éclat de l'atmosphère, ou les molécules pulvérulentes qui s'y trouvent mêlées accidentellement, s'imprégneraient de quelque propriété phosphorique qu'elles porteraient avec elles dans les endroits les plus cachés où elles peuvent s'introduire, et qui agirait ensuite par radiation? Ce sont là de simples soupçons que nous soumettons seulement à l'examen des expérimentateurs; car, dans une matière aussi nouvelle, il peut bien être permis d'indiquer toutes les déductions qui ne sont pas dépourvues de vraisemblance, à condition que ce soit dans le dessein d'appeler l'expérience à les vérifier.

» Nous signalons, avec plaisir, la variété de connaissances, ainsi que l'esprit d'invention, qui continuent de se faire remarquer dans ce nouveau travail de M. Edmond Becquerel. La jeunesse de l'auteur, et l'intérêt qu'il nous inspire, nous permettent de l'engager à fortifier ces belles qualités par la sévérité de raisonnement et la précision de mesures, qui assurent la durée des travaux scientifiques, et qui sont particulièrement essentielles

dans le sujet de recherches si riche, mais si difficilement saisissable, auquel il s'est livré. Nous nous réunissons pour demander à l'Académie de vouloir bien décider que le Mémoire dont nous venons de lui rendre compte sera inséré dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède par voie de scrutin à la nomination d'un membre de la *Commission administrative* pour l'année 1841. Le membre sortant peut être réélu.

Le nombre des votants est de 38. Au premier tour de scrutin M. Poinsot réunit l'unanimité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur le mouvement des liquides dans les tubes de très petits diamètres; par* M. Poiseuille. (Suite.)

(Commission précédemment nommée.)

IV. *Influence de la température sur la quantité de liquide qui traverse les tubes de très petits diamètres.*

« Nous avons établi, dans deux lectures que nous avons eu l'honneur de faire devant l'Académie, les 14 et 28 décembre dernier, l'influence de la pression, de la longueur du tube et de son diamètre, sur la dépense ou le produit; nous avons obtenu, pour l'équation qui lie ces diverses quantités, $Q = k''.\frac{P.D^4}{L}$; on a trouvé le coefficient k'' égal à 183,78 pour la température de 10° cent., si P représente une pression d'eau distillée, ou bien égal à 2495,224 si la pression est exprimée en mercure à 10° centigradès. Nous allons maintenant chercher les variations qu'éprouve k'' suivant les températures.

» Nous avons agi depuis 0° jusqu'à 45° centigrades, et de cinq en cinq degrés. L'appareil est celui que nous avons employé jusqu'à présent; l'ampoule et le tube plongent dans un vase ou récipient contenant de l'eau distillée entretenue à la température à laquelle on veut faire l'expérience.

» Nous avons d'abord cherché les temps que met à s'écouler le liquide de l'ampoule aux températures que nous venons d'indiquer et sous la même pression; mais le diamètre du tube et la capacité de l'ampoule qu'on avait mesurés à 10° centigrades, changeant avec la température à laquelle est faite l'expérience, il a été nécessaire d'avoir égard à la variation du volume de l'ampoule de verre, et aussi de ramener le tube à un diamètre constant, celui qu'il a à 10°. On a ensuite déterminé le poids du liquide écoulé à la même pression, sous le même diamètre et pendant le même temps; on a tiré alors la valeur de k'' de l'équation $k''=\frac{Q.L}{P.D^4}$, en remplaçant Q par le poids du liquide écoulé aux diverses températures.

» On a opéré sur quatre tubes de diamètres respectivement égaux à $0^{mm},02938$; $0^{mm},04404$; $0^{mm},085$; $0^{mm},141125$.

» Le tube de $0^{mm},141125$ de diamètre a donné

TEMPÉRATURES.	0°,6	5°	10°	15°	20°	25°	30°,1	35°,1	40°,1	45°
Valeurs de k''.	1875,36	2158,07	2496,60	2856,89	3237,38	3639,16	4067,03	4508,02	4968,95	5444,10

Les valeurs de k'' pour les autres tubes sont les mêmes, à quelques unités près, comme nous l'avons déjà vu pour la température de 10° centigrades (*Compte rendu*, 28 décembre 1840, page 1046).

» L'examen de ces valeurs démontre que la grandeur de k'' n'augmente pas de la même quantité pour des accroissements égaux dans les degrés de la température, mais que, si l'on prend la différence entre deux valeurs consécutives de k'', cette différence est d'autant plus grande que les températures sont plus élevées. Cette remarque nous a conduit à poser

$$k'' = k_1 (1 + AT + A'T^2 + A''T^3 + A'''T^4 + \text{etc.}),$$

T représentant la température; k_1 étant la valeur de k'' à 0°; A, A', A'', A''', etc. étant des coefficients à déterminer d'après les résultats des expériences.

» Mais il a suffi de considérer l'équation

$$k'' = k_1 3 (1 + AT + A'T^2),$$

ainsi qu'on le verra bientôt. Comme nous avons agi dans une atmosphère

de 13 à 15° cent., il nous a été difficile d'avoir un écoulement à zéro; pendant tout le cours de l'expérience, la température a été de quelques dixièmes de degré au-dessus de o: aussi, ne connaissant pas directement la valeur de k_1, nous avons alors pris les trois équations suivantes :

$$(1) \qquad k''_1 = k_1(1 + AT + A'T^2),$$
$$(2) \qquad k''_2 = k_1(1 + AT' + A'T'^2),$$
$$(3) \qquad k''_3 = k_1(1 + AT'' + A'T''^2),$$

k''_1, k''_2, k''_3 étant les valeurs de k'' correspondantes aux températures T, T', T'': éliminant k_1, en divisant (1) par (2) et (1) par (3), on a

$$(4) \qquad (k''_1 T' - k''_2 T)A + (k''_1 T'^2 - k''_2 T^2)A' = k''_2 - k''_1,$$
$$(5) \qquad (k''_1 T'' - k''_3 T)A + (k''_1 T''^2 - k''_3 T^2)A' = k''_3 - k_1,$$

équations qui ont servi à déterminer A et A'.

» Afin d'embrasser l'intervalle de l'échelle thermométrique que nous avions considéré, nous avons fait $T = 5°$, $T' = 25°$, $T'' = 45°$, et les valeurs de k''_1, k''_2, k''_3 correspondantes, bien qu'elles eussent pu être fournies par un seul tube, ont été données par la moyenne entre les valeurs offertes par les quatre tubes aux températures 5°, 25° et 45°; nous avons eu alors

$$k''_1 = 2158, \quad k''_2 = 3640, \quad k''_3 = 5447.$$

Substituant ces valeurs dans les deux équations précédentes (4) et (5); et cherchant A et A', il vient

$$A = 0,0336793, \quad A' = 0,0002209936;$$

d'où il résulte

$$k'' = k_1(1 + 0,0336793T + 0,0002209936T^2).$$

» Pour déterminer k_1 nous avons fait $T = 10°$, et mettant à la place de k'' la valeur correspondante à cette température ; cette valeur, en moyenne, est 2495,91 ; on a eu

$$k_1 = \frac{2495,91}{1,358892} = 1836,724:$$

il vient donc

$$k'' = 1836,724(1 + 0,0336793T + 0,0002209936T^2),$$

et enfin

$$Q = 1836,724(1 + 0,0336793T + 0,0002209936T^2)\frac{P.D^4}{L}$$

pour l'équation du mouvement des liquides dans les tubes de petits diamètres. T représentant la température, P la pression exprimée en mercure à 10° cent., L et D la longueur du tube et son diamètre à la même température, et Q le poids du liquide écoulé en milligrammes.

» Nous ne pensons nullement que cette équation, ni celle qu'on aurait pu obtenir en prenant un plus grand nombre de coefficients A, A', A'', etc., exprime *rigoureusement* la relation qui lie les produits aux températures; mais les résultats qu'elle donne différant de ceux de l'expérience seulement de quelques millièmes de milligramme, nous avons dû l'adopter puisqu'elle suffit aux conséquences que nous nous proposons d'en tirer par la suite.

» Nous avons ainsi appliqué cette formule à chacun des tubes que nous avions considérés; l'un d'eux,

$$D = \overset{\text{mm.}}{0{,}085}; \quad L = \overset{\text{mm.}}{100{,}325}; \quad P = \overset{\text{mm.}}{776}, \text{ le temps étant } 1'';$$

pour les températures

0°,5; 5°; 6°; 10°; 15°,2; 20°; 25°,1; 30°,1; 35°,1; 40°,1; 45°,1,

a donné respectivement par l'expérience,

millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.
0,74943;	0,87135;	0,89492;	1,00811;	1,15498;	1,30639;	1,47278;	1,64022;	1,82398;	2,00724;	2,20027;

lorsque la formule donne aux mêmes températures,

millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.	millig.
0,75413;	0,87058;	0,89736;	1,00776;	1,15911;	1,30669;	1,47177;	1,63811;	1,82020;	2,00670;	2,20140.

» Les résultats offerts par les trois autres tubes sont aussi satisfaisants; il en est de même de tubes étrangers à la recherche de la formule.

» M. Girard a établi des formules d'écoulement en fonction de la température, mais elles sont particulières au diamètre du tube sur lequel on opère; ainsi, pour un tube d'un diamètre donné, il faut connaître *à priori* un certain nombre d'observations spéciales faites avec ce tube à diverses températures, pour obtenir la formule qui s'y rapporte, et qui doit fournir les quantités de liquide écoulé à toute autre température. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note sur le mouvement en inclinaison de l'orbite de Mercure; par* M. LE VERRIER.

(Commission précédemment nommée.)

« Dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie des Sciences, le 14 décembre 1840, j'ai fait voir que plusieurs des variations séculaires, admises jusqu'ici pour les éléments elliptiques des orbites des planètes, devaient recevoir de notables changements, en vertu des termes du troisième ordre qu'on avait cru pouvoir négliger. Ainsi, l'on avait trouvé que, par l'action de Vénus, l'obliquité du plan de l'orbite de Mercure sur l'écliptique de 1800, allait en diminuant de 8″ sexagésimales par siècle; tandis qu'il résulte de mon travail que cette diminution est de 15″ sexagésimales.

» Quelques motifs m'ont fait désirer de retrouver ce dernier résultat par une voie qui n'eût rien de commun avec celle des développements algébriques.

» Si les termes du troisième ordre produisent un effet presque égal à celui des termes du premier, n'y a-t-il pas lieu de craindre que la seconde approximation ne soit elle-même aussi insuffisante que l'était la première? Telle est l'objection qu'on m'adresserait sans doute. Elle serait fondée en apparence; et en se bornant à ce que j'ai publié, on ne pourrait la lever que par des considérations trop détournées sur les positions relatives des éléments des orbites de Mercure et de Vénus, pour qu'il m'ait été permis d'y avoir recours. Mais en glissant sur cette difficulté, mon intention n'était pas de l'éviter; j'y reviens aujourd'hui.

» On peut, par les méthodes d'interpolation, déterminer, pour une position donnée des deux planètes, la valeur numérique de la partie de la fonction perturbatrice qui est indépendante du moyen mouvement de la planète troublante; cette planète est ici Vénus. Appliquons cette marche à la recherche des termes analogues qui entrent dans l'expression de $\frac{d\varphi}{dt}$, φ désignant l'inclinaison de l'orbite de Mercure sur l'écliptique de 1800 supposée fixe. Si nous désignons par ζ le moyen mouvement de Mercure en une année julienne, et que nous nous bornions aux six premiers termes

périodiques, ce qui est suffisant, nous aurons :

$$\frac{d\varphi}{dt} = a_0 + a_1 \sin\zeta + b_1 \cos\zeta + a_2 \sin 2\zeta + b_2 \cos 2\zeta + a_3 \sin 3\zeta + b_3 \cos 3\zeta,$$

et il nous faudra connaître sept valeurs numériques de la fonction $\frac{d\varphi}{dt}$, correspondantes à des valeurs arbitraires de ζ, pour calculer les coefficients qui entrent dans le second membre.

» Soit $\alpha = 140° 56' 18''$. En attribuant à ζ les sept valeurs 0, α, 2α, 3α, 4α, 5α et 6α, j'ai trouvé que les coefficients a_0, a_1, b_1, etc., dépendaient des sept équations suivantes, dans lesquelles j'ai supposé, pour plus de simplicité, $\frac{d\varphi}{dt} = F(\zeta)$:

$$\begin{aligned}
F(0) &= 0'',109,\\
F(\alpha) &= 0'',119,\\
F(2\alpha) &= -0'',551,\\
F(3\alpha) &= -0'',121,\\
F(4\alpha) &= -0'',204,\\
F(5\alpha) &= 0'',044,\\
F(6\alpha) &= 0'',054.
\end{aligned}$$

Leur résolution s'effectue très simplement par la méthode que j'ai indiquée dans un précédent Mémoire, et l'on trouve :

$$\begin{aligned}
a_0 &= -0'',150,\\
b_1 &= 0'',031,\\
a_1 &= 0'',248,\\
b_2 &= 0'',217,\\
a_2 &= -0'',082,\\
b_3 &= 0'',011,\\
a_3 &= 0'',008.
\end{aligned}$$

» On sait que la variation séculaire de l'obliquité est égale à $100\,a_0$; et ainsi l'on retombe sur la diminution de 15″ par siècle, telle que je l'avais trouvée par une marche toute différente de celle que je viens de suivre. Mais ici nous sommes certains de n'avoir négligé aucun terme dont l'influence pût altérer l'exactitude des chiffres que nous avions intérêt à conserver. Rien ne s'opposera donc, je l'espère, à ce que les astronomes adoptent avec confiance ces nouvelles déterminations, que j'abandonne maintenant à leur appréciation. »

CHIMIE. — *Recherches médico-légales sur l'arsenic; par* MM. **Danger** *et* **Ch. Flandin.** (Suite.)

(Commission précédemment nommée pour diverses recherches sur l'emploi de l'appareil de Marsh.)

« Dans une précédente lecture, en nous prononçant sur la non-existence de l'arsenic, à l'état normal, dans les parties molles des cadavres humains, nous avons fait réserve de notre opinion sur la présence de l'arsenic dans les os où on l'avait plus exclusivement signalé. Nous venons aujourd'hui soumettre à l'Académie le résultat de nos expériences sur cette question, ainsi que sur celle de la présence de l'arsenic dans le terreau des cimetières.

» Pour rechercher l'arsenic dans les os, nous les avons d'abord traités suivant la méthode indiquée par divers chimistes. Nous les avons fait brûler sur une grille à une température modérée et de manière à les ramener à l'état de charbon animal. Nous les avons pulvérisés et fait bouillir dans l'acide sulfurique, puis repris par l'eau et filtrés. Le liquide introduit dans l'appareil de Marsh a donné des taches abondantes. Pour déterminer la nature de ces taches, nous avons brûlé le gaz dans un appareil disposé de manière à ne rien laisser perdre des produits, et n'avons pas obtenu d'acide arsénieux. Comparativement, un demi-milligramme d'une matière arséniée nous donne assez d'acide arsénieux pour en obtenir le métal et toutes les réactions qui caractérisent ce corps.

» Nous avons cru devoir ne pas nous en tenir à cette épreuve. Nous avons voulu nous assurer si dans la combustion préalable, à l'air libre, des parties inflammables des os, il ne se dégageait pas d'arsenic. Nous avons calciné les os dans une cornue en porcelaine, en faisant passer les produits volatils à travers un tube de même matière porté à la plus haute température qu'on puisse obtenir dans les laboratoires. L'appareil était disposé de manière à recueillir sans perte tous les produits.

» En brûlant, les gaz dégagés n'ont pas donné d'acide arsénieux.

» Les liquides condensés n'en ont pas fourni non plus.

» Le charbon déposé dans le tube, le noir animal qui restait dans la cornue, repris par les acides jusqu'à la complète destruction du carbone libre, n'ont produit aucune réaction qui pût faire soupçonner la présence de l'arsenic.

» Les expériences que nous avions faites sur les os, nous les avons ré-

pétées pour les terres. Nous avons été prendre du terreau dans les trois cimetières de Paris, Mont-Parnasse, Montmartre et le Père-Lachaise. Nous avons eu soin de le recueillir sur un grand nombre de points différents dans les tombes nouvellement ouvertes. Traité par les acides, à l'instar des os, le terreau a toujours fourni, avec l'appareil de Marsh, un gaz qui déposait des taches miroitantes sur la porcelaine. Mais les produits de la combustion de ce gaz, recueillis avec soin, ne contenaient pas d'acide arsénieux.

» Dans le but de détruire jusqu'aux dernières traces des combinaisons organiques, combinaisons qui compliquent encore aujourd'hui d'une manière inextricable les réactions chimiques les mieux connues, nous avons eu recours pour les terres au mode de calcination préalable que nous avions suivi pour les os. Dans l'un et l'autre cas les résultats ont été identiques : nous n'avons retiré du terreau aucune trace d'acide arsénieux. Les taches obtenues, avec l'appareil de Marsh, dans l'épreuve précédente, n'étaient donc pas de nature arsénicale. Toutefois, malgré ces résultats négatifs, tant de causes peuvent disséminer de l'arsenic dans les terrains meubles, que nous n'induisons nullement de nos expériences qu'on ne trouverait pas d'arsenic dans les localités mêmes où nous avons pris le terreau qui a servi à nos essais.

» Ces faits nous conduisent aux conclusions suivantes :

» 1°. Il n'existe pas plus d'arsenic, à l'état normal, dans les os que dans les chairs des cadavres humains;

» 2°. On ne peut prononcer sur la nature des taches obtenues avec l'appareil de Marsh, qu'après avoir brûlé le gaz qui les produit, et s'être assuré que les résultats de cette combustion donnent indéfiniment les mêmes taches.

» Nous ferons connaître d'une manière spéciale les procédés qui nous ont conduits à ces conclusions et à celles du travail précédent, en soumettant à l'Académie les applications directes que nous en avons faites aux cas d'empoisonnement par l'acide arsénieux. »

M. **Cordier** présente, au nom de M. **Christol**, une Note additionnelle au Mémoire de ce naturaliste sur le *Megaxytherium* (lamantin fossile de Cuvier). Dans ce supplément l'auteur a principalement pour objet de justifier la détermination qu'il a donnée de deux fragments d'os qui s'articulent avec les frontaux, et dans lesquels il voit l'extrémité postérieure des intermaxillaires, tandis que Cuvier les avait indiqués comme étant les os du nez.

M. Christol, d'ailleurs, reconnaît que dans ces animaux il peut y avoir eu soudure des os du nez et des intermaxillaires, de sorte que la pièce unique résultant de cette fusion pourrait sans erreur être désignée par l'un ou par l'autre nom ; toutefois, remarquant que dans cette famille les os du nez tendent à disparaître (et il y aurait même lieu de croire, d'après un passage de Cuvier, qu'ils ont complétement disparu dans le Dugong ou qu'ils n'y sont plus qu'à l'état cartilagineux), il lui semble préférable de désigner par le nom d'intermaxillaire la pièce en question.

M. F. Paulet, de Genève, adresse la démonstration d'un théorème dont celui de *Fermat* n'est qu'un cas particulier, et qu'on peut énoncer de la manière suivante : « *Hors du second degré il n'existe aucune puissance qui puisse se partager dans la somme d'un nombre quelconque de puissances du même degré, mais différentes entre elles.* »

(Commissaires, MM. Cauchy, Sturm, Liouville.)

M. Jacquemet, auteur d'un Mémoire sur les moyens de prévenir les explosions des *machines à vapeur*, Mémoire qui est du nombre de ceux dont l'examen a été renvoyé à l'examen de la Commission des rondelles fusibles, adresse aujourd'hui une Note additionnelle à ce premier travail. Dans cette note il revient sur une cause d'explosion qu'il avait précédemment signalée, cause dont la découverte a été depuis attribuée à un autre ingénieur dans un journal anglais, le *Mechanic's Magazine.* Une réclamation de priorité adressée à l'éditeur de ce journal étant restée sans réponse, M. Jacquemet vient défendre ses droits près de la Commission chargée de l'examen de son premier travail, et il s'attache à prouver la justesse de l'interprétation qu'il a donnée du fait signalé par lui pour la première fois, interprétation qui diffère notablement de celle de l'ingénieur anglais.

(Renvoi à la Commission des rondelles fusibles.)

M. Héricart de Thury présente, au nom de l'auteur, M. Lachaise, des *tableaux annuels des opérations du Conseil de révision du département de Maine-et-Loire pour les classes de 1817 à 1835.*

(Commission du concours pour le prix de Statistique.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre des Travaux publics accuse réception du Rapport fait à l'Académie sur les procédés de M. *Boucherie* pour la conservation des bois, et annonce qu'il va prendre les mesures nécessaires pour que ce document, dont il apprécie toute l'importance, soit porté à la connaissance de MM. les ingénieurs des Mines et des Ponts-et-Chaussées.

M. le Ministre du Commerce adresse un exemplaire du 40e volume des *Brevets d'invention expirés*.

M. Gera, de Conigliano, adresse une Notice historique sur les *machines à filer le lin*.

M. Laignel écrit relativement à quelques précautions au moyen desquelles on pourrait, suivant lui, diminuer notablement la fréquence des accidents sur les *chemins de fer*. M. Laignel se borne à quelques indications sur ce sujet, qu'il annonce devoir traiter, avec tous les développements nécessaires, dans un prochain Mémoire.

M. Martin, de Moussy, écrit qu'il est sur le point de commencer un grand voyage qui a pour objet principal l'étude des maladies endémiques et épidémiques, mais dans lequel il se propose également de recueillir des documents relatifs à la géographie, l'ethnographie et l'histoire naturelle; il prie l'Académie de vouloir bien lui indiquer les points vers lesquels il pourrait diriger le plus utilement pour la science ses investigations.

M. Martin se propose d'explorer les principaux états de l'Amérique du sud, le Mexique, la Nouvelle-Zélande, la Malaisie, l'Inde, la Perse, la Syrie et l'Égypte.

On remettra à M. Martin un exemplaire des instructions rédigées par l'Académie pour les voyageurs.

M. Lebouteiller prie l'Académie de vouloir bien se faire rendre compte d'un ouvrage périodique qui se publie sous sa direction et qui a pour titre : *L'Exposition*, journal de l'Industrie et des arts utiles.

Cet ouvrage étant publié en France et écrit en français, ne peut, d'après les réglements de l'Académie, devenir l'objet d'un rapport.

M. **Goutt** adresse une Note sur les moyens d'assurer la propreté et la salubrité des rues de Paris.

Cette Note n'étant que la transcription d'un opuscule imprimé dont l'auteur lui-même a adressé plusieurs exemplaires à l'Académie, ne peut devenir l'objet d'un rapport.

M. **Raifé** met sous les yeux de l'Académie une image photographique sur papier argenté, laquelle approche, plus que celles qu'il avait précédemment présentées, des images obtenues par le procédé ordinaire, c'est-à-dire sur plaqué d'argent.

M. **Raifé** adresse en même temps un *paquet cacheté*.
L'Académie en accepte le dépôt.

A 4 heures ½ l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures. **A.**

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 1, in-4°.

Observations sur la circulation des Fluides chez le Chara fragilis *Desvaux; par* M. DUTROCHET. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles*, janvier 1839.) In-8°.

Description des Machines et procédés consignés dans les Brevets d'invention, de perfectionnement et d'importation; tome 40, in-4°.

Recueil de la Société Polytechnique; novembre 1840, in-8°.

Actes de l'Académie royale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Bordeaux; 2e année, 2e trimestre 1840, in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; nos 74 et 75, 2e et 3e trimestre de 1840, in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers et du département de Maine-et-Loire; n° 5, 11e année, in-8°.

Précis statistique sur le canton de Senlis, arrondissement de Senlis (Oise). (Extrait de l'*Annuaire* de 1841.) In-8°.

Précis statistique sur le canton du Coudray-Saint-Germer, arrondissement de Beauvais (Oise). (Extrait de l'*Annuaire* de 1841.) In-8°.

OEuvres complètes de John Hunter, traduites de l'anglais par M. RICHELOT; 12 liv. in-8°, et atlas in-4°.

L'Exposition, journal de l'Industrie et des Arts utiles; 6e liv., in-4°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; janvier 1840, in-8°.

L'Enseignement, bulletin d'Éducation; tome 1er, n° 12; décembre 1840, in-8°.

Paléontologie française; 11e liv., in-8°.

Journal des Haras, des Chasses, des Courses de Chevaux; tome 26, janvier 1841, in-8°.

Journal des Connaissances nécessaires et indispensables, sous la direction de M. Chevalier; 3 janvier 1841, in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome 9, n° 2, in-4°.

Gazette des Hôpitaux; tome 3, n^os 2 et 4.

L'Expérience, journal; n° 184, in-8°.

La France industrielle; 7 janvier 1841, in-fol.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 JANVIER 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la décomposition des huiles essentielles par la chaleur; par* MM. GAY-LUSSAC *et* LARIVIÈRE.

« En soumettant l'essence de térébenthine à un mode particulier de décomposition par la chaleur, nous sommes parvenus à la réduire en plusieurs autres huiles dont quelques-unes sont plus volatiles que l'essence même, et d'autres moins. Je présente à l'Académie celle de ces huiles dont la volatilité est la plus grande et égale sensiblement la volatilité de l'éther sulfurique.

» Les huiles óxigénées, comme l'essence de lavande, donnent, dans les mêmes circonstances que les huiles non oxigénées, une grande quantité d'acide acétique dans lequel entre leur oxigène.

» Nous sommes occupés depuis long-temps de ce travail et nous espérons que bientôt il sera digne d'être offert à l'Académie. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la cause du mouvement que présente le camphre placé à la surface de l'eau et sur la cause de la circulation chez le Chara; par* M. **Dutrochet.** (Troisième partie.)

« **62.** On a vu, par les recherches précédentes, les analogies déjà assez nombreuses qui existent entre la force physiologique ou vitale qui produit le mouvement circulatoire chez le chara, et la force physique qui produit le mouvement du camphre sur l'eau. On a vu comment, sous l'influence continuée des diverses causes qui abolissent l'exercice de ces deux forces, l'une vitale et l'autre physique, ces forces se rétablissent spontanément et par l'effet d'une *réaction* dans leur énergie antécédente. Il me reste actuellement à suivre ces analogies si frappantes dans l'étude comparative du mouvement circulatoire du chara et du mouvement du camphre lorsque dans l'un et dans l'autre phénomène, l'eau tient certaines substances en solution. J'ai fait voir que lorsqu'on plonge une tige de chara dans de l'eau qui tient en solution des doses déterminées et suffisamment affaiblies d'alcali, d'acide ou de sel, la circulation est d'abord suspendue. C'est ce que j'ai nommé la *période d'oppression;* la tige continuant à rester plongée dans la solution, le circulation se rétablit ensuite spontanément après une suspension d'une durée variable. C'est ce que j'ai nommé la *période de réaction.* La circulation ainsi rétablie par *réaction* aurait une durée indéfinie, comme cela a lieu lorsque la tige est plongée dans l'eau, si l'agent chimique, à l'action duquel la tige est soumise, n'altérait point la composition intime de la matière organique, mais comme cette altération organique a nécessairement lieu, il en résulte que le mouvement circulatoire, lié par sa cause à l'intégrité de la composition organique, cesse nécessairement d'exister lorsque le temps a amené la complète altération de cette composition organique par l'agent chimique à l'action prolongée duquel elle s'est trouvée soumise. Ainsi la *période de réaction* se trouve ici avoir une durée limitée, elle finit avec la vie. Il n'en est pas de même lorsque par sa nature ou par la faiblesse de sa dose l'agent chimique dissous dans l'eau n'altère point assez la composition organique de la tige du chara pour détruire les conditions en vertu desquelles peut se continuer indéfiniment le mouvement circulatoire. Alors la *réaction* n'est plus *temporaire*, comme ci-dessus, elle devient *permanente*, et elle constitue ce que l'on nomme l'*habitude.* Ainsi l'on voit des chara vivre et se multiplier dans des eaux légèrement chargées de sel marin; elles se sont *habituées* à l'influence nuisible de cet agent chimique.

» **63**. L'agent chimique dissous dans l'eau, en même temps qu'il modifie la composition matérielle de la tige du chara qui s'y trouve plongée, modifie également la composition matérielle du liquide circulant que contient cette tige tubuleuse ou ce *vase*, en sorte que, dans cet *appareil physiologique*, le vase et le liquide qu'il contient se trouvent simultanément modifiés dans leur composition. La tige étant plongée dans de l'eau salée, par exemple, le liquide circulant qu'elle contient ne tarde pas à devenir salé. Si alors on transporte cette tige, dont le liquide intérieur est salé, dans l'eau pure, ce liquide intérieur y perd la plus grande partie du sel qu'il avait acquis, mais il en conserve nécessairement une certaine portion qui diminue ensuite de plus en plus par la prolongation du séjour de la tige dans l'eau pure, surtout si celle-ci est renouvelée. Ainsi, il n'y a là, dans les premiers temps, qu'une simple diminution de salure. Or voyons ce qui arrive lorsqu'on plonge une tige de chara dans une solution plus ou moins chargée de sel marin. Ici je me borne à rappeler sommairement les expériences que j'ai précédemment publiées.

» **64**. J'ai plongé une tige de chara dans de l'eau qui tenait en solution un cinquantième de son poids de sel marin : le liquide circulant dut se charger promptement de la même dose de sel et la circulation s'abolit sans retour.

» **65**. J'ai plongé une autre tige de chara dans de l'eau qui contenait un quatre-vingt-dixième de son poids de sel marin, et cela par une température de + 10°. La circulation s'arrêta au bout de quatre minutes, temps qu'il avait fallu, à ce qu'il paraît, pour que le liquide circulant acquît la salure du liquide ambiant. Après huit minutes de suspension la circulation se rétablit par l'effet d'une *réaction;* elle dura pendant près de huit jours et elle s'abolit alors sans retour. Cette circulation eût probablement persisté indéfiniment si la tige n'eût pas été blessée; j'avais enlevé son écorce dans une petite étendue pour voir la circulation, ce qui était pour elle une cause de mort. Toutefois il y avait eu ici établissement d'une *habitude*, ainsi que cela a lieu pour les chara qui vivent accidentellement dans les eaux saumâtres.

» **66**. Enfin dans une autre expérience faite avec une solution d'une partie de sel marin dans quatre-vingt-six parties d'eau, j'ai retiré la tige de chara de l'eau salée après dix heures d'immersion, et je l'ai replongée dans l'eau pure. La circulation qui, après avoir été suspendue, s'était rétablie par *réaction* dans l'eau salée, et qui ainsi était rapide lorsque je plongeai la tige dans l'eau pure, s'arrêta au bout de quatre minutes, temps qu'il avait

fallu, à ce qu'il paraît, pour que le liquide circulant perdît la plus grande partie de sa salure. La circulation fut ainsi suspendue pendant cinq minutes puis elle se rétablit par une nouvelle *réaction* pour subsister indéfiniment.

» **67**. Ainsi le mouvement circulatoire, chez le chara, s'abolit pour toujours lorsqu'on sale dans une forte proportion son liquide circulant; ce mouvement se suspend temporairement et se rétablit ensuite par réaction lorsqu'on sale médiocrement son liquide circulant, et enfin ce même mouvement se suspend encore et se rétablit subséquemment par une nouvelle *réaction* lorsqu'on diminue considérablement la salure que le liquide circulant avait précédemment acquise. Ainsi les mêmes effets de suspension temporaire du mouvement et de rétablissement spontané de ce même mouvement sont également produits par la salure à certain degré du liquide circulant et par la diminution considérable de la salure antécédente de ce liquide.

» **68**. On voit que je néglige ici la considération de l'altération que subit la tige, ou le *vase de l'appareil physiologique*, de la part du liquide salé dans lequel cette *tige-vase* est plongée; je me borne à la considération du changement matériel apporté dans le liquide circulant que contient cette *tige-vase* par l'adjonction du sel que dissout ce liquide. Les raisons qui me portent à considérer ici ce dernier fait, à l'exclusion du premier, sont les suivantes :

» **69**. L'expérience prouve que l'abolition définitive ou temporaire de la circulation du chara, ne provient point de l'action de l'agent chimique dissous dans l'eau sur la tige proprement dite, ou sur sa partie solide; car, à moins que cet agent chimique ne soit d'une grande énergie, ce n'est point au moment de l'immersion de la tige que la circulation est abolie ou suspendue; cela n'arrive qu'après un certain temps qui, à ce qu'il paraît, est celui qui est nécessaire pour que l'agent chimique dissous dans l'eau atteigne le liquide circulant, et s'y dissolve. C'est donc très spécialement le changement de nature de ce liquide circulant que j'ai ici à considérer; c'est ce changement qui doit modifier son *activité*, de manière à supprimer l'action électrique motrice qu'exercent sur lui, dans l'état naturel, les globules verts sériés, ou les *corps camphoroïdes*. L'altération de la tige solide, ou du *vase*, me paraît moins importante à considérer, quoique son effet ne doive pas être nul.

» **70**. D'après le plan que je m'étais tracé, il s'agissait pour moi de transporter ces expériences physiologiques dans la physique; il me fallait soumettre le mouvement du camphre aux épreuves que je viens d'indiquer,

et auxquelles j'avais soumis le mouvement circulatoire du chara, afin de voir si j'obtiendrais des résultats analogues. De prime abord, on voit qu'il m'était impossible d'imiter dans la physique le fait physiologique de l'altération matérielle qu'éprouve la tige tubuleuse du chara, c'est-à-dire le *vase de l'appareil physiologique,* par l'action de l'agent chimique dissous dans l'eau qui baigne cette tige, agent chimique qui est dissous ensuite par le liquide circulant qu'elle contient. Les vases de verre que j'employais ne pouvaient évidemment subir aucune altération de la part des agents chimiques qu'ils contenaient, ou dont ils auraient pu être environnés, puisqu'ils sont à la fois imperméables et inaltérables par ces agents. Ainsi il y a impossibilité d'imiter dans la physique cette première partie de l'expérience physiologique. Il ne reste donc que la seconde partie de l'expérience physiologique qui puisse être imitée en physique, savoir: la mise en contact des globules verts, ou *corps camphoroïdes* du chara avec un agent chimique dissous dans le liquide circulant dont la nature se trouve ainsi modifiée. Dans ce cas, j'ai observé l'abolition définitive ou temporaire de l'action motrice exercée sur le liquide circulant par ces *corps camphoroïdes;* il s'agissait d'expérimenter, par imitation, si le camphre mis en contact avec les diverses solutions d'agents chimiques auxquelles j'avais soumis le chara, présenterait de même l'abolition ou définitive, ou temporaire de l'action motrice qu'il exerce sur l'eau pure, et qui fait qu'il se meut lui-même sur ce liquide. Pour établir ces expériences imitatives d'une manière rationnelle, j'avais d'abord un fait à prendre en considération. Chaque mérithalle tubuleux d'une tige de chara est un *vase* d'une capacité déterminée et invariable, que remplit complétement le liquide circulant; ainsi ce liquide conserve, au moins d'une manière sensible, constamment le même volume, soit qu'il reçoive du dehors une substance qu'il dissout, soit qu'il perde une partie de cette substance dissoute. Voulant donc observer le mouvement du camphre sur l'eau, plus ou moins chargée de substances en solution, il me fallait n'employer que des volumes toujours semblables des diverses solutions que je voulais mettre en expérience; il me fallait en outre employer toujours le même vase, qui était une cupule cylindrique de verre. Ces précautions étaient commandées, non-seulement par la nécessité d'imiter les expériences analogues faites sur le chara, mais aussi par les notions que j'avais précédemment acquises, touchant l'influence qui était exercée sur le mouvement du camphre par la profondeur du liquide, par la forme et par les dimensions du vase. Effectivement, on verra par les expériences qui vont être exposées, que telle solution, sur

laquelle le camphre n'offrira point de mouvement, étant à une certaine hauteur dans un vase, offrira ce même mouvement lorsque la hauteur du liquide sera diminuée : *inactive* dans le premier cas, cette solution deviendra donc *active* dans le second cas. C'est le même phénomène que celui qui a été noté plus haut (**29**) par rapport aux diverses profondeurs de l'eau pure; mais ici ce phénomène est bien plus marqué, et voici pourquoi : En général, toutes les substances solubles ajoutées à l'eau tendent à diminuer ou à abolir son *activité*. Or le degré de la profondeur du liquide étant une autre cause de la diminution de son *activité*, il en résulte que cette dernière cause sera d'autant plus puissante qu'elle sera plus favorisée par la coopération de la première. Ainsi l'eau pure versée sans collision ne devient *inactive* que lorsque sa profondeur est égale, à peu près, aux cinq septièmes du diamètre du vase de verre cylindrique qui la contient. Or, dans ce même vase, l'eau qui tient une substance en dissolution deviendra *inactive* à une profondeur d'autant moindre que la substance dissoute y sera en plus grande quantité; et si cette quantité est encore augmentée, le solution deviendra complétement *inactive*, même aux plus faibles degrés de profondeur. Cette propriété de rendre l'eau *inactive* appartient à toutes les substances solubles, mais celles-ci offrent, à cet égard, de grandes différences entre elles. Il en est dont il ne faut que quelques atomes pour rendre l'eau *inactive* : tel est, par exemple, l'acide hydro-sulfurique.

» **71**. On a vu par les expériences exposées dans la seconde partie de ce Mémoire (**34**) que l'eau reçoit du vase qui la contient l'*activité* qu'elle manifeste; il en est indubitablement de même des diverses solutions aqueuses. Si donc un vase donné a le pouvoir de communiquer immédiatement l'*activité* à l'eau pure qu'il contient tant que ce liquide n'a pas dépassé un maximum déterminé de profondeur, et si ce même vase n'a plus ce pouvoir lorsque l'eau possédant le même maximum de profondeur, est chargée d'une substance en solution, cela prouve évidemment que l'*action* du vase ne se propage ni aussi facilement ni aussi loin dans l'eau chargée d'une substance dissoute que dans l'eau pure. En un mot il paraît évident que l'eau pure est plus facilement *perméable* à l'*action* du vase que ne l'est l'eau chargée d'une substance en solution, et que lorsque cette substance dissoute est dans une certaine proportion, l'eau qui la contient devient tout-à-fait *imperméable* à l'*action* du vase, même lorsque la profondeur de ce liquide est fort petite. Ces phénomènes peuvent porter à penser que l'*action* du vase consisterait dans un mouvement ondulatoire ou dans un

rayonnement qui ayant son origine dans la matière solide du vase se propagerait dans l'eau qu'il contient et cela avec d'autant plus de difficulté que ce liquide serait plus chargé de substances dissoutes. L'*activité* serait alors l'existence de cette ondulation ou de ce rayonnement d'une nature inconnue. Je n'émets toutefois cette opinion qu'avec réserve, et, demeurant à cet égard dans le doute philosophique, je continuerai à me servir des mots vagues et provisoires d'*action* et d'*activité* pour exprimer ces phénomènes.

» **72.** J'ai fait voir plus haut (**31**) que l'eau pure étant rendue *inactive* par le fait de sa trop grande profondeur relative, elle reprend spontanément son *activité* au bout d'un certain temps, en sorte que le mouvement du camphre se rétablit après une suspension d'une certaine durée. Or on observe les mêmes phénomènes en employant des solutions aqueuses d'agents chimiques au lieu d'eau pure, ainsi qu'on va le voir par les expériences suivantes. Ces faits physiques serviront à nous expliquer les faits physiologiques de la suspension et du rétablissement subséquent et spontané du mouvement circulatoire du chara lors de l'introduction d'un agent chimique dans son liquide circulant.

» **73.** Je préparai une solution d'une partie de sel marin dans neuf parties d'eau de pluie et j'en versai une certaine quantité dans une cupule cylindrique de verre de 63^{mm} de diamètre et à fond plat. Une parcelle de camphre placée à la surface de cette solution y demeura immobile. La température était alors à + 16°,5 cent. Je diminuai graduellement la hauteur de cette solution et ce ne fut que lorsque cette hauteur fut réduite à 1^{mm} que je vis le camphre se mouvoir, et cela seulement en oscillant. Je versai de cette même solution dans une cupule de verre cylindrique à fond concave et de 65^{mm} de diamètre. Le camphre demeura immobile sur la surface de cette solution jusqu'à ce que sa hauteur eût été réduite à 7^{mm}. A partir de là, le mouvement du camphre devint d'autant plus vif que la hauteur de la solution fut plus diminuée. Cette première expérience confirme ce que j'ai avancé plus haut (**38**) touchant l'influence qu'exerce la forme du vase sur l'*activité* du liquide qu'il contient. On voit, en effet, que la même solution étant versée sans collision dans deux cupules de verre à peu près égales en diamètre, et desquelles l'une a le fond plat et l'autre a le fond concave, le camphre se meut dans cette dernière à une hauteur de liquide sept fois plus grande que dans la première.

» **74.** La solution précédente n'offrant le mouvement du camphre que d'une manière imparfaite et seulement à la hauteur ou profondeur de 1^{mm}

dans la cupule de verre à fond plat, de laquelle j'avais intention de me servir pour les expériences que je méditais, je vis qu'il fallait ajouter beaucoup d'eau à cette solution afin de la rendre propre à mes expériences. Je mêlai exactement une partie de cette solution avec quatre parties d'eau de pluie, ce qui me donna une solution d'une partie de sel marin dans 49 parties d'eau. Je la versai, sans collision, jusqu'à la hauteur de 8^{mm} dans la cupule de verre à fond plat dont je viens de parler. Le camphre placé à sa surface offrit du mouvement. J'élevai la hauteur de cette solution à 15^{mm}; le camphre devint immobile. La température était à + 18°,5 cent. Une heure et demie après, le camphre, demeuré immobile jusque là, commença à osciller : son mouvement devint graduellement plus marqué et enfin il était devenu rapide 3 heures 45 minutes après le commencement de l'expérience. La température n'avait point varié pendant la durée de cette dernière. Ainsi la solution *inactive* à la profondeur de 15^{mm} au commencement de l'expérience, était devenue spontanément *active* quelques heures après, quoique les circonstances de cette expérience n'eussent point varié. Cette solution qui contenait un cinquantième de son poids de sel marin et qui était devenue *active*, fut mêlée avec un poids égal d'eau de pluie; j'eus ainsi une nouvelle solution qui contenait un centième de son poids de sel marin: elle se trouvait composée par le mélange de deux liquides jouissant séparément de l'*activité* lorsqu'ils avaient la profondeur de 15^{mm} dans la cupule de verre; or leur mélange versé sans collision dans la même cupule et à la même hauteur ou profondeur, manifesta l'*inactivité;* le camphre demeura immobile à sa surface. La température était à + 17°,5 cent. Après 35 minutes d'immobilité le camphre commença à se mouvoir et son mouvement graduellement accéléré était bien établi 5 heures après. Le thermomètre qui avait monté à + 19° était alors revenu à + 17°,5 comme au commencement de l'expérience.

» **75**. Je ferai observer que pour éviter, dans ces expériences, les erreurs qui auraient pu naître des variations de la température, j'établissais ces expériences dans la matinée; la chaleur s'accroissait ordinairement dans le milieu de la journée, et j'attendais que dans la soirée la température fût revenue au degré qu'elle avait lorsque l'expérience avait été instituée, pour observer définitivement le retour de l'*activité* du liquide, *activité* manifestée par le mouvement du camphre. On sent en effet que la température influant sur l'*activité* des liquides, il me fallait observer par le même degré de cette température, et l'absence de l'*activité* dans le liquide soumis à l'expérience, et le rétablissement de cette même *activité;* je ne devais tenir

aucun compte du rétablissement de cette dernière par une température qui avait augmenté depuis le commencement de l'expérience.

» **76**. Continuant ce genre d'expériences, je pris la solution précédente, qui contenait un centième de son poids de sel marin, et qui était devenue *active;* je la mêlai avec un poids égal d'eau de pluie. J'eus ainsi une nouvelle solution qui contenait un deux-centième de son poids de sel marin; je la mis dans le même vase que ci-dessus et à la hauteur de 10 millimètres. Le camphre placé à sa surface offrit un mouvement assez vif; j'élevai le liquide à la même hauteur que dans les expériences précédentes, c'est-à-dire à 15 millimètres : le camphre demeura immobile à sa surface. La température était à + 16°,5. 35 minutes après, le camphre commença à osciller, et 2 heures après son mouvement était bien établi. La température avait monté d'un demi-degré seulement; j'attendis qu'elle fût descendue à la température initiale de + 16°,5 pour constater définitivement le retour spontané de l'*activité* du liquide sans aucun changement dans les circonstances environnantes.

» **77**. On voit par ces expériences qu'une solution de sel marin qui est *active* à un faible degré de profondeur, devient *inactive* à un degré de profondeur plus grand. C'est le même phénomène que celui que j'ai signalé plus haut (**29**) pour l'eau pure, seulement les profondeurs de liquide nécessaires pour obtenir ce double phénomène sont moins considérables. Lorsque la solution saline est rendue *inactive* par le fait de sa trop grande profondeur, elle acquiert avec le temps de l'*activité*, de la même manière que cela a lieu dans les expériences semblables faites avec l'eau pure (**31**). Toutefois le retour de l'*activité* n'a point lieu, dans cette circonstance, si la solution est trop chargée de la substance dissoute. J'ai préparé une solution d'une partie de sel marin dans cinq parties d'eau, je l'ai versée sans collision, et jusqu'à la hauteur de 15 millimètres dans la cupule de verre qui a servi aux expériences précédentes : une parcelle de camphre placée à la surface de cette solution y demeura constamment immobile. Je conservai cette solution pendant quatre jours dans la cupule qui la contenait, et en la couvrant de manière à empêcher que l'évaporation n'augmentât sa densité; le mouvement du camphre ne se rétablit point, ou, en d'autres termes, la solution ne reprit point d'*activité* par *réaction*.

» **78**. J'interromps ici la suite de ces expériences physiques pour revenir à mes expériences physiologiques sur le chara et pour comparer entre elles ces expériences de deux ordres différents :

» 1°. Le mérithalle tubuleux du chara est un vase à capacité déterminée,

et contenant par conséquent un volume déterminé de liquide; la cupule de verre que j'ai employée dans mes précédentes expériences physiques est également un vase à capacité déterminée: elle a reçu dans ces quatre expériences toujours le même volume de liquide;

» 2°. Le liquide aqueux contenu dans le mérithalle tubuleux du chara étant dans son état naturel, le mouvement imprimé au liquide par les globules verts ou *corps camphoroïdes* continue indéfiniment. La cupule de verre contenant un volume A d'eau pure, le mouvement du camphre sur la surface de ce liquide continue indéfiniment, et par conséquent aussi le mouvement réciproque de ce liquide;

» 3°. Le liquide circulant du chara dont le volume est constant venant à se charger d'une forte proportion de sel marin, le mouvement de ce liquide circulant se trouve aboli pour toujours. L'eau contenue dans la cupule venant à dissoudre une forte proportion de sel marin, et la solution étant réduite au volume constant A, le mouvement du camphre et le mouvement réciproque de l'eau sont abolis pour toujours.

» 4°. Le liquide circulant du chara venant à dissoudre une médiocre proportion de sel marin, le mouvement de ce liquide se trouve suspendu, et il se rétablit spontanément après une suspension d'une durée plus ou moins longue. L'eau contenue dans la cupule de verre tenant en solution une médiocre proportion de sel marin, et la solution étant réduite au volume constant A, le mouvement du camphre et le mouvement réciproque de l'eau salée sont suspendus, et ces mouvements se rétablissent spontanément après une suspension d'une durée plus ou moins longue.

» 5°. Le liquide circulant du chara, qui a repris spontanément son mouvement après l'avoir perdu par le fait de l'adjonction qui lui a été faite d'une médiocre quantité de sel marin, venant à perdre une quantité considérable de ce sel, le mouvement circulatoire de ce liquide éprouve une nouvelle suspension, et ensuite ce mouvement se rétablit spontanément. La solution médiocrement chargée de sel marin que contenait la cupule de verre, solution sur laquelle le camphre avait repris son mouvement suspendu d'abord, ayant perdu ensuite une forte proportion de ce sel et possédant toujours le volume A, le mouvement du camphre éprouve une nouvelle suspension, et ce mouvement se rétablit ensuite spontanément.

» **79**. Il est facile de voir, par cette comparaison des expériences physiologiques aux expériences physiques, qu'il y a, chez les unes et chez les autres, similitude exacte dans les conditions des expériences et dans leurs résultats. Il n'est donc pas possible de douter ici de la parfaite identité des

phénomènes physiologiques et des phénomènes physiques. Ainsi la force qui meut le liquide circulant du chara est la même que la force qui meut à la fois et par réciprocité le camphre et l'eau sur laquelle il est placé. J'ai fait voir (**15**) que c'est une force électrique qui meut le camphre et l'eau qui le porte; c'est donc cette même force électrique qui meut le liquide circulant du chara sans mouvoir, par réciprocité, les globules verts ou *corps camphoroïdes*, parce que ces derniers sont adhérents aux parois du vase tubuleux dans l'intérieur duquel le liquide circule. L'état électrique du camphre est subordonné à l'état d'*activité* du liquide avec lequel il se trouve en contact; il en est indubitablement de même de l'état électrique des globules verts ou *corps camphoroïdes* du chara, puisque leur force motrice cesse d'exister par l'accession de toutes les causes qui abolissent soit définitivement, soit temporairement l'*activité* des liquides aqueux. Ainsi le liquide circulant du chara est *actif* dans l'état naturel, et les *corps camphoroïdes* qui se trouvent en contact avec lui développent leur électricité motrice; si la constitution de ce liquide vient à être changée par l'addition d'un sel ou de toute autre substance soluble en suffisante quantité, son *activité* se trouve abolie et l'électricité motrice des *corps camphoroïdes* disparaît; elle reparaît ensuite avec l'*activité* du liquide, lorsque existent les conditions de la *réaction* qui rétablit cette *activité* temporairement abolie. Le chara se trouve alors *habitué* à la substance saline ou autre qui s'est jointe par solution à son liquide circulant, et qui en a modifié la constitution. Les choses étant dans cet état, si l'on vient à soutirer au liquide circulant une quantité considérable de la substance étrangère qu'il avait dissoute, on change de nouveau sa constitution. Dès-lors l'*action* du vase sur le liquide, pour lui communiquer l'*activité*, se trouve dans de nouvelles conditions, par suite desquelles l'*activité* précédemment communiquée à ce liquide par le vase disparaît, et elle se rétablit ensuite par une nouvelle *action* de ce même vase, *action* que je considère comme une *réaction*. Alors la circulation qui avait été suspendue reprend son cours.

» **80**. Il résulte de ce rapprochement de faits que chacun des globules verts fixés en séries spiralées sur les parois intérieures du tube central dans chaque mérithalle de chara, est un *corps camphoroïde* qui peut être comparé à une petite parcelle de camphre dont l'électricité motrice agirait dans un sens déterminé et toujours le même. Tous les globules verts disposés en séries auraient ainsi reçu de la nature une même direction de leur électricité motrice, en sorte que le liquide qui les touche marcherait des uns

aux autres en suivant la direction de ces séries spiralées qui, après avoir monté d'un côté, descendent du côté opposé. Ici la direction de la force motrice n'a pas changé, à proprement parler; elle a continué de suivre les séries spiralées dans leur inflexion, qui a lieu à la partie supérieure du mérithalle d'où elles se dirigent vers sa partie inférieure, et là une nouvelle inflexion ramène ces séries vers la partie supérieure. C'est un mouvement suivant une courbe fermée, mouvement que l'on observe, réduit à toute sa simplicité, dans l'intérieur des cellules de certains végétaux. Au reste, l'existence d'une circulation dans les racines tubuleuses des chara, racines qui sont entièrement blanches, prouve qu'il existe des *corps camphoroïdes* qui ne sont point verts, comme le sont ceux qui existent dans la tige de ces mêmes plantes.

» **81**. Je reprends actuellement la suite interrompue de mes expériences sur le mouvement du camphre placé à la surface de diverses solutions. J'ai fait, avec des solutions de nitrate de potasse, des expériences analogues à celles que j'ai faites avec des solutions de sel marin. Je me bornerai ici à l'exposé d'une seule de ces expériences, dont j'ai déjà cité une partie plus haut (**51**). Une solution d'une partie de nitrate de potasse dans neuf parties d'eau fut mélangée avec deux fois son poids d'eau, ce qui me donna une solution contenant un trentième de son poids de nitrate de potasse. Je versai cette solution sans collision dans une cupule cylindrique de verre à fond plat, et de 65 millimètres de diamètre; cette solution y fut élevée à la hauteur de 10 millimètres: le camphre placé à sa surface demeura immobile; je diminuai la profondeur de la solution en l'aspirant avec une pipette: le camphre ne commença à offrir du mouvement que lorsque cette profondeur fut réduite à 1 millimètre; alors je portai cette hauteur ou profondeur à 17 millimètres, pour l'y laisser à demeure. Une parcelle de camphre placée sur cette solution y demeura immobile; la température était alors à $+ 21^{\circ}$ centigrades. Cette immobilité du camphre persista pendant toute la journée. Le lendemain matin je trouvai que le camphre se mouvait assez vivement sur cette solution, qui était demeurée dans le même vase; la température était alors à $+ 19^{\circ},5$. Je continuai à observer ce mouvement jusqu'à ce que la chaleur, graduellement croissante, fût arrivée à $+ 21^{\circ}$, qui était le degré qu'elle avait au commencement de l'expérience; alors seulement toutes les circonstances étaient semblables pour le commencement et pour la fin de l'expérience, en sorte qu'il fut évident que l'*activité* de la solution avait été rétablie par la seule *réaction* spontanée. Je plongeai dans cette solution une boule de verre de

16 millimètres de diamètre; le mouvement du camphre fut à l'instant suspendu; je retirai la boule, le mouvement du camphre se rétablit. J'opérai ainsi, à plusieurs reprises, la suspension et le rétablissement du mouvement du camphre: il suffisait, pour suspendre ce mouvement, que la boule touchât légèrement la surface du liquide. Cette boule était suspendue à une petite crémaillère, avec laquelle je réglais à volonté son mouvement de descente ou d'ascension; l'ayant élevée un peu au-dessus de la surface du liquide, de manière à ce que ce dernier, soulevé par l'attraction de la boule, continuât à y adhérer, le mouvement du camphre continua à demeurer suspendu; une élévation un peu plus grande de la boule de verre ayant fait cesser son adhérence au liquide, le mouvement du camphre se rétablit immédiatement. Je replongeai alors entièrement la boule de verre dans cette solution, et je l'y laissai à demeure. Le mouvement du camphre, suspendu de nouveau par cette immersion, commença à se rétablir faiblement, et en présentant une simple oscillation au bout de six minutes; cette oscillation ne se changea en mouvement de progression que ving-cinq minutes après. Ce mouvement n'était pas très vif: ayant sorti à moitié la boule de l'eau, ce mouvement s'accéléra; ayant replongé la boule, ce même mouvement reprit sa lenteur antécédente; ayant enfin retiré tout-à-fait la boule de l'eau, le mouvement du camphre offrit une rapidité extrême.

» **82.** Ainsi l'on voit encore ici la *réaction* rétablir l'*activité* du liquide, et par suite le mouvement du camphre, sous l'influence continuée de la cause qui avait aboli cette *activité.* C'est encore ici le phénomène physiologique de l'*habitude* trouvé dans la Physique, ainsi que cela a été dit plus haut relativement à une expérience analogue faite avec une solution de sel marin (**52**).

» **83.** On vient de voir que le simple contact d'une boule de verre sur la surface d'une solution qui contient un trentième de son poids de nitrate de potasse, et qui est devenue *active,* suffit pour abolir l'*activité* de cette solution. Une force dont l'action est divergente émane ici de la boule de verre, et détruit l'effet de la force semblable dont l'action est convergente, et qui, émanant des parois du vase de verre, communique l'*activité* au liquide contenu dans ce vase. C'est ce que j'ai déjà établi plus haut (**50**). L'assertion que j'émets ici touchant l'existence de cette force mystérieuse pourra peut-être sembler ne pas être appuyée sur des preuves suffisantes; tous les doutes seront dissipés, à cet égard, par les expériences suivantes.

» **84.** La solution contenant un trentième de son poids de nitrate de

potasse, et dont il a été fait mention plus haut (**81**), fut versée sans collision jusqu'à la hauteur de 12 millimètres, dans une cupule de verre de 63 millimètres de diamètre; la température était alors à + 23°. Une parcelle de camphre placée à la surface de cette solution, y demeura parfaitement immobile : alors une boule de verre de 16 millimètres de diamètre, suspendue à une petite crémaillère, fut descendue doucement sur la parcelle de camphre, de manière à en être aussi près qu'il était possible sans la toucher. A l'instant la parcelle de camphre fut repoussée par la boule de verre située au-dessus d'elle, et, s'éloignant peu de cette boule, elle se mit à circuler lentement autour d'elle ; j'élevai la boule de verre, la parcelle de camphre redevint immobile. J'abaissai de nouveau cette boule sur la parcelle de camphre, mais sans arriver jusqu'à la toucher: cette parcelle de camphre, encore repoussée par la boule, reprit de nouveau un mouvement spontané, dans lequel elle ne s'approchait jamais du point de cette boule qui était le plus voisin de l'eau; mais cette fois elle n'offrit point de mouvement de révolution autour de la boule, ses mouvements furent irréguliers, et elle ne quitta point le voisinage de cette boule. L'enlèvement de cette dernière fit cesser ces mouvements spontanés de la parcelle de camphre. J'ai répété cette expérience en employant une boule de cuivre jaune ou de laiton, et j'ai obtenu les mêmes résultats, excepté celui du mouvement de révolution de la parcelle de camphre, qui ne s'est point reproduit. Depuis j'ai expérimenté que ces mêmes effets avaient lieu en descendant une boule de verre au-dessus du camphre toutes les fois qu'il demeurait immobile sur l'eau pure, en raison de la trop grande profondeur relative de ce liquide : constamment j'ai vu le camphre se mouvoir alors pour s'éloigner de la boule, comme s'il était repoussé par elle ; mais il ne continuait point à se mouvoir dans son voisinage si la température n'était pas au-dessus de +15°; il restait alors immobile à une petite distance de cette boule.

» **85**. Ces expériences prouvent incontestablement l'existence dans les corps solides d'une force sans cesse agissante et dont l'action ne s'exerce qu'à une petite distance. C'est cette force dont l'*action* produit ce que j'ai nommé l'*activité* tant dans les solides que dans les liquides. Ces derniers ou ne possèdent point cette force ou ne la possèdent pas à un degré suffisant pour déterminer le camphre à produire l'électricité au moyen de laquelle il se meut à leur surface; les expériences que j'ai rapportées (**37**, **38**, **39**, **40**, **45**, **46**) prouvent que cette force ou l'*activité* est communiquée au liquide par la matière solide qui forme le vase qui le contient.

Le camphre n'est véritablement que le révélateur de l'existence de cette force ou de cette *activité.* C'est un *activiscope,* comme je l'ai dit plus haut (**43**); son mouvement révèle l'existence dans les liquides aqueux de l'*activité* et de ses divers degrés, et son immobilité y indique l'absence de cette même *activité.* Il reste à savoir pourquoi le plus léger contact d'une boule de verre sur la surface de la solution de nitrate de potasse, dans l'expérience citée plus haut (**81**), a suspendu le mouvement du camphre, c'est-à-dire a aboli l'*activité* de la solution de nitrate de potasse, tandis que dans l'une des dernières expériences (**84**), la même boule de verre approchée à une très petite distance de la parcelle de camphre et de la même solution de nitrate de potasse sur laquelle cette parcelle de camphre était immobile, a rendu à celle-ci son mouvement spontané. Il paraît que, dans cette circonstance, le voisinage de la boule de verre avait donné de l'*activité* à la surface du liquide et cela seulement dans une étendue qui dépassait à peine le diamètre de la boule, puisque la parcelle de camphre, dans ses mouvements spontanés, dépassait à peine l'étendue de ce diamètre dans tous les sens. On pourrait admettre aussi que cette force ou cette *activité* émanée de la boule suspendue dans l'air n'agirait ici que sur la parcelle de camphre qui, au lieu de recevoir cette influence mystérieuse de la part de l'eau, la recevrait de la boule suspendue à petite distance au-dessus d'elle; son mouvement spontané sur le liquide serait la conséquence de cette influence sans laquelle elle demeure privée de la faculté de développer son électricité motrice. Il reste encore à savoir pourquoi la force émanée de la boule suspend le mouvement du camphre quand elle touche le liquide, tandis qu'elle provoque ce même mouvement lorsque son action est transmise au camphre ou au liquide sur lequel il flotte au travers d'une couche d'air de peu d'épaisseur.

» **86**. J'ai établi plus haut (**59**) ce fait, que les corps solides immergés, en même temps qu'ils exercent une influence abolissante ou *sédative* sur l'*activité* du liquide dans lequel ils sont plongés, agissent aussi de manière à provoquer la *réaction* et à lui donner plus d'énergie. J'ai fait voir que c'est spécialement lorsque ces corps solides ont peu de volume relativement au volume de l'eau, qu'ils provoquent ainsi la *réaction.* Cela me porta à penser que je pourrais ainsi, par ce moyen, donner de l'activité à l'eau assez chargée d'un sel quelconque et élevée assez haut dans un vase de verre pour que son *activité* abolie ne se rétablisse jamais spontanément par *réaction* lorsqu'elle serait abandonnée à elle-même.

» **87**. Je préparai une solution d'une partie de sel marin dans huit

parties d'eau; je la versai sans collision et jusqu'à la hauteur de 25^{mm} dans une cupule cylindrique de verre de 63^{mm} de diamètre et à fond plat. Le camphre, placé à la surface de cette forte solution, possédant une pareille profondeur, ne présenta point de mouvement; la réaction, quoique attendue pendant deux jours, ne rétablit point l'*activité* abolie de cette solution. Je la jetai et je la remplaçai par un volume semblable de la même solution dont j'avais conservé une partie. Le camphre placé à sa surface manifesta la même immobilité. La température était alors à + 13°,5 cent. dans le cabinet où se faisait cette expérience. Je plongeai entièrement dans cette solution une boule de verre massive de 21^{mm} de diamètre; elle était suspendue à un fil attaché à un appendice qu'elle possédait, et cet appendice sortait du liquide, en sorte que ce dernier n'était en contact avec aucun autre corps solide que le verre. Cette précaution m'avait été indiquée par les notions que j'avais déjà acquises touchant les influences diverses qui sont exercées sur l'*activité* des liquides par l'immersion des corps solides de diverse nature. Après deux heures d'immersion, pendant lesquelles le camphre avait continué à demeurer immobile, je retirai la boule de verre, et à l'instant le camphre prit un vif mouvement sur la surface de la solution. Ce mouvement se maintint vif pendant plusieurs heures, ensuite il diminua graduellement de vitesse. Sept heures après l'enlèvement de la boule de verre, ce mouvement se trouva réduit à une simple oscillation, et il s'abolit complétement cinq heures après, ayant duré pendant douze heures en tout. La température avait varié, pendant cet espace de temps, de + 13°,5 à 12°,7.

» **88.** Ainsi l'immersion d'une boule de verre dans une solution que sa densité et sa profondeur rendaient nécessairement *inactive*, et chez laquelle l'*activité* n'aurait jamais été rétablie par *réaction* spontanée; cette immersion, dis-je, lorsqu'elle a duré un certain temps, donne à cette solution le pouvoir de *réaction* qui lui manquait. C'est ici un effet d'*excitation* ou de *stimulation* de l'*activité*; mais cette *excitation* ou *stimulation* de l'*activité* n'est point *directe*, elle n'est qu'un effet de *réaction*, elle est, par conséquent, *indirecte*. L'effet direct de l'immersion d'un corps vitreux dans un liquide pourvu d'*activité* est l'abolition de cette *activité*, ainsi qu'on l'a vu plus haut (**50—59**); cette immersion produit donc un effet *sédatif* de l'*activité* du liquide. Lorsqu'il arrive que l'*activité* abolie du liquide se rétablit spontanément malgré l'*action sédative* continuée du corps solide immergé, cela résulte d'une *réaction* dont le siége est dans le liquide et qui est dirigée contre l'*action* de ce corps immergé; alors

rien n'indique que ce dernier puisse *exciter* cette même *réaction* qui doit combattre sa propre influence; il semble qu'il ne soit là que la cause occasionnelle de la *réaction* et qu'il soit bien éloigné d'en être la cause efficiente. Or c'est cependant ce qui paraît avoir lieu d'après la dernière expérience. Ici, en effet, nous voyons un liquide dépourvu d'*activité*, et incapable de la rétablir à lui seul par *réaction*, acquérir temporairement cette même *activité* par le fait de l'immersion dans son sein et de l'ablation subséquente d'une boule de verre, dont cependant l'*action* directe est *sédative* de cette même *activité*. Ce corps vitreux immergé a donc exercé deux *actions* distinctes sur le liquide; il a dû d'abord augmenter l'*inactivité* de ce liquide, agissant ainsi comme *cause sédative*, et ensuite il a donné à la *réaction* une force dont elle était naturellement privée, agissant ainsi comme *cause excitante indirecte*. Toutefois la *réaction* n'a pu établir l'*activité* du liquide qu'après l'ablation de la boule de verre, parce que l'*action sédative* de l'*activité* exercée par cette dernière sur le liquide surmontait ou opprimait la force de *réaction* à laquelle avait donné indirectement naissance l'immersion de cette même boule. Dès que cette dernière a été enlevée, la force de *réaction*, opprimée jusque alors, se trouvant délivrée de l'obstacle qui lui était opposé, s'est développée, s'est mise en exercice; l'*activité* du liquide s'est établie, et par suite le camphre a pris un vif mouvement à la surface du liquide. Mais cet établissement de l'*activité*, produit par une *excitation réactive*, ne pouvait continuer indéfiniment, puisque le liquide, vu sa densité et sa profondeur, était naturellement *inactif*; son *activité* acquise a donc dû finir par s'abolir lorsque la *réaction* à laquelle elle était due a fini elle-même d'exister. Il est, en effet, dans la nature de toute *réaction* de cesser après avoir agi dans toute sa plénitude en succédant à l'*action antagoniste* qui l'avait provoquée, et qui se trouve actuellement absente.

» **89**. J'ai tenté la même expérience avec une solution saturée de sel marin à la température de $+15°$ cent., et que j'ai trouvée contenir 43 parties de sel sur 100 parties de solution. Ayant versé de cette solution dans le même vase de verre à fond plat qui a servi à l'expérience précédente, je vis qu'à aucune hauteur le camphre ne se mouvait sur sa surface; cette solution reçut dans son sein la boule de verre de 21 millimètres de diamètre qui y demeura immergée pendant deux heures, la température étant à 15° cent. Après l'enlèvement de cette boule le mouvement du camphre ne s'établit point sur la surface du liquide; il n'y eut ainsi aucune *réaction*. Je replongeai la boule de verre que je laissai encore immergée pendant

une heure. Lorsque je l'eus retirée, le camphre continua à demeurer immobile à la surface du liquide. Ainsi, dans les circonstances qui viennent d'être exposées, la solution saturée de sel marin n'est point susceptible d'acquérir de l'*activité* par *réaction* au moyen de l'immersion dans son sein d'une boule de verre.

» **90**. Mes expériences ont prouvé que la circulation abolie chez le chara par les solutions acides ou alcalines, se rétablit spontanément par *réaction* lorsque ces solutions sont suffisamment affaiblies. Les mêmes phénomènes s'observent relativement au mouvement du camphre placé sur des solutions d'acides ou d'alcalis dans l'eau. Lorsque la dose de ces agents chimiques est trop forte, leur solution est complétement *inactive*, le camphre ne se meut point à leur surface; lorsque cette dose est plus faible, leur solution, *inactive* d'abord lorsqu'elle possède une certaine profondeur, devient ensuite *active* par *réaction*. Je vais rapporter ici une seule de mes expériences faite avec l'acide nitrique dont la densité était de 1,18. Je mis une seule goutte de cet acide dans 30 grammes $\frac{1}{2}$ (une once) d'eau de pluie, et je versai cette solution sans collision dans une cupule de verre. Le camphre demeura immobile à sa surface. La température était alors à + 21°,5 cent. Cette immobilité du camphre persista pendant près de 24 heures; alors, par la même température, je vis le camphre se mouvoir sur cette solution qui était demeurée dans la cupule; ce mouvement devint même très vif.

» **91**. J'ai expérimenté qu'il ne faut que des doses extrêmement faibles d'acide hydro sulfurique ou d'acide hydro-cyanique pour abolir sans retour la circulation chez le chara; ces mêmes acides, avec la même faiblesse de dose dans l'eau, y abolissent de même sans retour le mouvement du camphre.

» **92**. Je passe aux expériences que j'ai faites sur le mouvement du camphre placé sur des solutions alcalines.

» J'ai dissous une partie de potasse caustique dans 49 parties d'eau de pluie. Cette solution, versée sans collision dans une cupule cylindrique de verre de 63 millimètres de diamètre jusqu'à la hauteur de 8 millimètres, n'offrit point le mouvement du camphre. La température était alors à + 15°,8. Je réduisis la profondeur de cette solution à 4 millimètres, et le mouvement du camphre s'y établit assez vivement. Je rétablis la profondeur antécédente de 8 millimètres, le mouvement du camphre s'arrêta. Cette expérience avait été établie à 3 heures après midi. Le soir le camphre était encore immobile. Le lendemain matin j'observai le mouvement du

camphre sur cette solution, dont l'*activité* s'était établie pendant la nuit. La température avait baissé; j'attendis que dans le courant de la journée elle fût remontée à + 15°,8, et alors, ayant encore observé le mouvement du camphre sur cette solution, il me fut prouvé que son *activité* établie par *réaction* existait, les circonstances de l'expérience étant les mêmes que lorsque précédemment cette *activité* n'existait pas.

» **93**. La solution précédente de potasse caustique ne sera plus susceptible d'acquérir de l'*activité* par *réaction* lorsque sa profondeur, relativement au diamètre du vase, sera augmentée jusqu'à un certain point; mais cette *activité* pourra être établie alors par l'immersion prolongée de certains corps solides, c'est-à-dire par *excitation réactive*, ainsi qu'on a vu plus haut que cela s'est opéré relativement à une solution de sel marin (**87, 88**). Les expériences suivantes vont établir cette vérité. La solution précédente, qui contenait un cinquantième de son poids de potasse caustique, fut versée sans collision dans trois verres à boire cylindriques qui, faits au même moule, avaient exactement les mêmes dimensions; ils avaient 65 millimètres de diamètre. Cette solution y fut élevée à 25 millimètres de hauteur. J'avais expérimenté précédemment qu'à cette profondeur, la solution dont il est question, privée d'*activité*, ne la récupérait point par *réaction* spontanée, et cela par une température de + 12 à 15°. Le camphre demeurant donc immobile à la surface de la solution dans ces trois vases, par une température de + 12°,5, je plongeai dans le premier de ces vases une boule de verre de 16 millimètres de diamètre; dans le second je plongeai une boule de plomb et dans le troisième une boule d'étain, également l'une et l'autre de 16 millimètres de diamètre. Au bout d'une heure d'immersion, pendant laquelle le camphre avait continué à demeurer immobile, je retirai ces trois boules. A l'instant le camphre prit un mouvement assez vif dans le vase qui avait reçu la boule d'étain; il ne prit qu'un mouvement très faible dans le vase qui avait reçu la boule de plomb; il ne prit aucun mouvement dans le vase qui avait reçu la boule de verre. Au bout de dix minutes le mouvement du camphre était aboli dans le vase qui avait reçu la balle de plomb; ce même mouvement réactionnaire dura pendant une demi-heure dans le vase qui avait reçu la boule d'étain. Ainsi l'*excitation réactive* produite par l'immersion de ces boules dans la solution avait été nulle pour la boule de verre, très faible pour la boule de plomb, et plus forte pour la boule d'étain. La température n'avait point varié pendant toute la durée de cette expérience, de laquelle il résulte que certains métaux ont plus d'influence que le verre sur les solutions aqueuses dans lesquelles ils sont plongés

pour y *exciter la réaction*. L'étain, à cet égard, est supérieur au plomb. Je n'ai pu essayer comparativement d'autres métaux, parce que je n'avais point la facilité de les fondre en balles, comme l'étain et le plomb, pour leur donner un volume semblable à celui de la boule de verre que je possédais. Toutefois je n'ai pas laissé de faire plusieurs expériences qui, sans être aussi exactement comparatives que les précédentes, m'ont cependant appris le degré de l'influence qu'exercent ici les différents métaux. En faisant ces expériences je n'ai pas tardé à m'apercevoir qu'il n'était pas nécessaire que l'immersion des métaux fût de longue durée pour que l'effet qui devait résulter de cette immersion fût produit; il suffisait quelquefois d'une immersion rapide et instantanée. J'ai vu que tous les métaux plongés en *masse suffisante* dans une solution aqueuse de potasse caustique placée dans un vase de verre, y abolissent l'*activité* de cette solution par leur *action directe*, mais il y a à cet égard une grande différence d'*action* entre les différents métaux. Il en est dont l'*action directe*, qui toujours est *abolissante* ou *sédative* de l'*activité* du liquide, est très énergique; il en est d'autres chez lesquels cette même *action* est très faible; par contre ces derniers provoquent vivement l'*excitation réactive* qui rétablit l'*activité* du liquide, tandis que les premiers ne la provoquent que peu ou point. La série d'expériences que je vais exposer donnera une idée de la diversité de l'*action* des différents métaux immergés tous, sous un petit volume et l'un après l'autre, dans une solution de 1 partie de potasse caustique dans 99 parties d'eau de pluie. Cette solution fut placée dans un vase de verre cylindrique et à fond concave de 72 millimètres de diamètre, et à la hauteur de 1 centimètre. Le camphre mis à la surface de cette solution y prit un vif mouvement. La température était alors à + 19°. Ce mouvement fut aboli instantanément en plongeant dans la solution et à la profondeur de 2 millimètres seulement une pièce d'argent de 5 francs immergée de champ ou par sa marge. Cette immersion ne dura qu'environ une seconde, et le mouvement du camphre continua à demeurer aboli après que la pièce d'argent fut retirée. Alors je plongeai dans la solution une petite lame de cuivre rouge qui n'y séjourna que pendant un quart de minute. Pendant cette immersion le mouvement du camphre se rétablit faible, et il devint très vif lorsque la lame de cuivre fut retirée. Alors je plongeai dans la solution un fil de fer de 2 millimètres de diamètre et à la profondeur de 3 millimètres environ: à l'instant de cette immersion le mouvement du camphre fut aboli; et quoique l'immersion du fer n'eût duré que quelques secondes, ce mouvement ne se rétablit point après que le fer eût été retiré. L'immobilité du camphre

continuant de subsister, je plongeai dans la solution une petite lame de zinc pendant une demi-minute. Le mouvement du camphre se rétablit après qu'elle fut retirée. Alors je plongeai dans la solution la moitié d'une pièce d'or de 40 francs pendant une demi-minute. Le mouvement du camphre persista pendant cette immersion, et de même après que la pièce d'or fut retirée; seulement ce mouvement fut très affaibli. Il fut rétabli dans sa vitesse première par l'immersion de courte durée d'une petite lame de plomb. Aboli de nouveau par l'immersion du fer, le mouvement du camphre fut rétabli dès le moment de l'immersion d'un petit morceau de charbon; enfin, encore aboli par l'immersion de l'argent, ce mouvement fut rétabli par l'immersion d'un petit morceau de soufre, mais seulement après qu'il fut retiré.

» **94**. J'ai répété un grand nombre de fois ces diverses expériences en changeant l'ordre de leur succession: toujours j'ai obtenu les mêmes résultats. Ainsi l'argent et le fer sont éminemment doués de la propriété de rendre *inactive* la solution de la potasse caustique dans laquelle ils sont plongés, même sous un assez petit volume; ils sont éminemment *sédatifs* de l'activité du liquide, puisque le mouvement du camphre ne se rétablit point immédiatement après qu'ils sont retirés de la solution, comme cela s'est toujours présenté à mon observation lorsque le verre était le corps immergé. L'argent et le fer plongés dans une solution de potasse caustique, non-seulement rendent cette solution *inactive* pendant leur immersion, mais ils la privent de la faculté de *réaction*, et cette privation dure pendant un certain temps après qu'ils sont retirés de la solution, car ensuite le mouvement du camphre s'y rétablit spontanément. Le cuivre et le zinc jouissent d'une propriété opposée; leur immersion en petit volume dans la solution de potasse caustique non-seulement n'abolit pas le mouvement du camphre lorsqu'il existe, mais elle le rétablit immédiatement, lorsqu'il a été précédemment aboli. J'ai toujours trouvé le cuivre plus puissant que le zinc à cet égard; il provoque l'établissement d'une *réaction* bien plus vive. Le plomb se comporte de la même manière, mais avec moins d'énergie; ce n'est qu'après son ablation que la *réaction* se manifeste. L'or n'a produit dans ces expériences qu'un effet *sédatif* très peu prononcé. Ce que ces expériences offrent en outre de très remarquable, c'est la propriété que possèdent des corps combustibles, tels que le charbon et le soufre, de produire ici une vive *excitation réactive* par leur immersion. Le charbon à cet égard est supérieur au soufre, puisque c'est dès le moment de son immersion qu'il provoque l'établissement

de la *réaction* à laquelle est dû le rétablissement de l'*activité* du liquide, rétablissement manifesté par celui du mouvement du camphre, tandis que cette même *réaction* ne se manifeste qu'après l'ablation du soufre antérieurement immergé.

» **95**. Je dois noter ici un fait très remarquable dont j'ai déjà eu occasion de faire mention plus haut (**31**). Lorsque le mouvement du camphre était aboli par l'immersion de l'argent ou du fer, je pouvais le rétablir immédiatement en imprimant au vase un mouvement propre à faire tourner le liquide dans son intérieur, en sorte qu'il frottait pendant tout le temps de ce tournoiement contre les parois du vase redevenu immobile. Dès ce moment la solution avait repris toute son *activité*, indiquée par le mouvement du camphre sur sa surface. J'ai eu occasion de répéter cette observation dans beaucoup d'autres circonstances, en sorte qu'il est bien démontré que l'*activité* des liquides peut, dans certains cas, être rétablie par le seul fait du frottement de ces liquides sur les parois des vases de verre qui les contiennent.

» **96**. La soude caustique en solution dans l'eau m'a offert des résultats analogues à ceux que j'ai obtenus de la solution aqueuse de potasse caustique. Une solution de 1 partie de soude caustique dans 49 parties d'eau de pluie fut placée dans un vase de verre à fond plat de 6 centimètres de diamètre, et elle y fut élevée à la hauteur de 1 centimètre; le camphre demeurait parfaitement immobile à la surface de cette solution. J'y plongeai une lame de zinc : le camphre prit un mouvement vif, mais seulement après que cette lame fut retirée; alors je touchai seulement la surface de la solution avec la marge d'une pièce d'argent de 5 francs, ce contact fut instantané. Le mouvement du camphre fut arrêté à l'instant, et il ne se rétablit point. Cette immobilité du camphre continuant de subsister après une ou deux minutes, je plongeai un petit morceau de plomb dans la solution pendant environ deux secondes. Le mouvement du camphre se rétablit après l'ablation du plomb, mais ce mouvement demeura faible; alors je plongeai dans la solution une petite partie du fer d'une petite clé : le mouvement du camphre demeura aboli. De l'or et de l'étain plongés successivement en petit volume laissèrent subsister l'immobilité du camphre, qui prit ensuite du mouvement par l'immersion d'une petite lame de cuivre: ce mouvement fut rendu plus vif par l'immersion du charbon; il fut aboli par l'immersion d'une petite partie d'une pièce d'or de 40 francs; il fut ensuite rétabli par l'immersion du soufre en petit volume. La solution étant ensuite abandonnée à elle-même, le mouvement du camphre à sa surface s'abolit spon-

tanément au bout de 5 minutes. La température se maintint à + 17°,8 pendant la durée de ces expériences, qui offrent les mêmes résultats que ceux qui avaient été obtenus avec une solution de potasse caustique; je ferai seulement observer que, dans divers autres essais que j'ai faits, j'ai trouvé que le zinc était plus puissant que le cuivre pour rétablir le mouvement du camphre par son immersion en petit volume dans les solutions aqueuses de soude caustique, tandis que, au contraire, le cuivre était à cet égard plus puissant que le zinc, en employant des solutions de potasse caustique. Au reste ce n'est pas seulement lors de leur immersion dans les solutions alcalines que les divers métaux manifestent la propriété qu'ils possèdent à des degrés différents d'abolir l'*activité*, ou de la rétablir par *réaction;* ils produisent les mêmes effets dans l'eau, lorsque son *activité* est diminuée par l'immersion antécédente et à demeure d'un corps vitreux de peu de volume relatif, ou par une grande quantité de particules argileuses tenues en suspension. Partout le fer et l'argent immergés, même sous un petit volume relativement au volume du liquide, sont éminemment *sédatifs* de l'activité de ce même liquide; partout le zinc est éminemment doué de la propriété de rétablir, au moyen de son immersion, l'*activité* précédemment abolie du liquide dans lequel on le plonge, effet qui est dû à la *réaction* qu'il provoque fortement lorsque son volume est faible relativement à celui du liquide; il produit alors une *stimulation réactive de l'activité* (**87, 88**).

» **97**. J'ai déjà noté plus haut (**59**) le phénomène de l'effet inverse qui est produit par l'immersion des grands ou des petits volumes des corps solides dans les liquides sur lesquels se meut le camphre. J'y reviens ici, ne pouvant trop appeler l'attention sur ce phénomène remarquable. On a vu plus haut (**93**) qu'un petit volume de cuivre immergé dans une solution de potasse caustique, sur laquelle le camphre ne se meut pas, y détermine à l'instant, et pendant son immersion, l'*excitation réactive* qui, en donnant de l'*activité* au liquide, rétablit le mouvement du camphre. Or j'ai expérimenté qu'un grand volume de cuivre immergé dans cette même solution, non-seulement ne produit pas cette *excitation réactive* pendant son immersion, mais qu'il abolit le mouvement du camphre, et par conséquent l'*activité* du liquide, si ce mouvement et cette *activité* existaient avant l'immersion de ce grand volume de cuivre. Dans le premier cas, l'*excitation réactive* l'emporte sur l'*action directe* du métal immergé, *action* qui est abolissante ou *sédative* de l'*activité* du liquide; dans le se-

cond cas, c'est cette *action directe* qui domine et qui règne seule. Ce n'est qu'après l'ablation du métal immergé qu'il est permis à la *réaction* de se manifester; encore arrive-t-il quelquefois qu'elle ne se manifeste qu'un certain temps après.

» **98**. Mes expériences sur le chara ont fait voir que la circulation, chez cette plante, est suspendue lorsqu'on plonge sa tige dans de l'eau qui tient en solution la cent-quarante-quatrième partie de son poids d'extrait aqueux d'opium, et que cette circulation se rétablit spontanément par *réaction* après un quart d'heure de suspension, la tige demeurant toujours plongée dans la solution d'opium. J'ai fait un grand nombre de tentatives pour imiter cette expérience en l'appliquant au mouvement du camphre. L'analogie, dont j'avais jusque alors si heureusement suivi les indications, me portait à penser que je verrais le camphre, placé à la surface d'une solution d'opium, y demeurer d'abord immobile, et y prendre ensuite du mouvement par *réaction*. Mon espérance à cet égard a été long-temps trompée; je ne voyais jamais le camphre prendre de mouvement à la surface des solutions aqueuses d'opium, quelque faiblement chargées qu'elles fussent de cette substance; enfin je suis parvenu à découvrir la cause qui empêchait ces expériences de réussir. Le camphre ne se meut point, même à la surface de l'eau pure, lorsque l'air qui l'environne est chargé, même assez faiblement, d'émanations odorantes. Or on sait que l'opium possède une forte odeur; une solution de cette substance étant placée dans un vase qu'elle ne remplit pas, l'air contenu dans la partie supérieure de ce vase se charge immédiatement de l'émanation odorante de l'opium, et cela suffit pour empêcher le mouvement du camphre à la surface de la solution opiacée. Si donc on veut observer ce mouvement, il faut que le vase soit entièrement rempli; alors les émanations odorantes de l'opium ne demeureront plus stagnantes au-dessus de la solution opiacée, elles pourront se disperser librement dans l'air environnant, et par conséquent, elles n'opposeront plus autant d'obstacle au mouvement du camphre, surtout lorsque les solutions seront très peu chargées d'opium. Une cupule de verre de 66 millimètres de diamètre, et qui n'avait que 12 millimètres de profondeur, fut remplie d'une solution qui contenait $\frac{1}{1728}$ de son poids d'extrait aqueux d'opium desséché. Une parcelle de camphre placée à la surface de cette solution, y demeura immobile; la température était alors à $+14°,3$. Ce ne fut que vingt-cinq heures et demie après, que le camphre commença à offrir un léger mouvement d'oscillation sur cette solution. Ce mouvement établi par *réaction* fut ob-

servé, la température étant revenue à son degré initial de $+14^{\circ},3$; mais il demeura faible et lent. Quoi qu'il en soit, il est prouvé que l'opium en solution dans l'eau arrête le mouvement du camphre, et que ce mouvement se rétablit subséquemment par *réaction*, de la même manière que se suspend et que se rétablit ensuite par *réaction* le mouvement circulatoire du chara soumis à l'action de cette même substance. Il n'y a de différence, à cet égard, que dans la longueur des temps employés pour l'accomplissement de ces phénomènes.

» **99**. Il résulte définitivement des expériences comparatives faites sur le mouvement circulatoire du chara et sur le mouvement du camphre à la surface de l'eau, que ces deux mouvements sont produits par les mêmes forces. En effet, ces deux mouvements qui sont influencés de la même manière, par les mêmes causes mécaniques, physiques et chimiques; ces deux mouvements dont les agents, encore mystérieux dans leur nature, présentent exactement les mêmes propriétés, lesquelles sont tout-à-fait spéciales et sont étrangères aux autres agents physiques que nous connaissons; ces deux mouvements, dis-je, dépendent donc, évidemment, de forces identiques.

» **100**. Introduit par la physiologie, dans une branche nouvelle de la physique, j'ai trouvé dans cette dernière, une force dont la nature est encore inconnue, et dont on était loin de soupçonner l'existence. Dans l'ordre naturel du monde inorganique cette force, qui n'agit qu'à très petite distance, ne se manifeste point par la production de mouvements facilement apercevables, mais il est permis de penser que c'est elle qui est l'agent du mouvement microscopique des particules matérielles solides suspendues dans l'eau, ou du *mouvement brownien*. Ce mouvement, en effet, présente cette trépidation et ces saccades intermittentes qui sont le caractère général des mouvements dans la production desquels intervient la force dont il est ici question (**10**). Dans l'ordre expérimental cette force se manifeste en intervenant dans la production du mouvement du camphre et des autres *corps camphoroïdes* mis en contact avec l'eau. Chez les végétaux cette même force se manifeste par le mouvement qu'elle concourt à produire dans les liquides organiques, et là elle devient une *force vitale*. Or, cette *force vitale* n'appartient pas exclusivement à l'être vivant, puisqu'elle est une propriété générale de la matière, puisqu'elle se trouve exister partout dans la nature; mais ce n'est que chez l'être vivant (et je ne m'occupe ici que de l'être vivant végétal) que cette force se trouve utilisée et appliquée d'une manière ra-

tionnelle au mouvement d'une machine. C'est là l'œuvre de l'intelligence créatrice.

» J'ajourne la publication de la quatrième partie de ce Mémoire, dans laquelle se trouvent les expériences que j'ai faites sur le mouvement du camphre placé à la surface de l'eau dans des vases autres que des vases vitreux, et spécialement dans des vases métalliques. »

PHYSIQUE. — *Sur le développement des forces élastiques de la vapeur aqueuse; par* M. **Biot**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une table des forces élastiques de la vapeur aqueuse, calculée par une même formule analytique, pour chaque degré du thermomètre centésimal d'air, corrigé de la dilatation du verre, depuis la température de 20° au-dessous de la glace fondante, jusqu'à 220° au-dessus de ce point; c'est-à-dire pour tout l'intervalle de températures que les expériences aient jusqu'ici embrassé. Dans tout cet intervalle, la formule reproduit les variations de la force élastique aussi exactement que l'observation même. Elle les exprime en millimètres de mercure réduits à la température de la glace fondante, sous l'influence de la gravité à Paris.

» Cette formule est celle que j'ai annoncée à l'Académie le 28 octobre 1833, et que j'ai publiée dans les Additions à la *Connaissance des Temps* de 1839. L'expression qu'elle donne s'applique au logarithme tabulaire de la force élastique; et elle diffère de toutes celles qui ont été jusqu'ici employées partiellement pour des intervalles de températures plus bornés. Elle est analogue aux formes analytiques qui représentent la transmission de la chaleur dans les corps solides: seulement la température y tient la place du temps dans cette transmission. Si on la développe en série autour des divers points de l'échelle thermométrique, elle reproduit toutes les lois partielles, mais bornées, que les physiciens avaient reconnues antérieurement.

» La manière dont j'ai été conduit à l'obtenir, sera exposée dans un Mémoire d'analyse, où je traiterai généralement de l'emploi des formes exponentielles, pour interpoler les observations de physique, de chimie et d'astronomie. Ce Mémoire est depuis long-temps presque entièrement rédigé. Je m'occupe à y mettre la dernière main, et j'espère pouvoir le soumettre à l'Académie dans peu de semaines. Différant donc jusque là toute explication théorique, je me bornerai aujourd'hui à indiquer les

éléments physiques sur lesquels je me suis appuyé pour former cette table, et constater son exactitude; après quoi je dirai la manière de s'en servir.

» Pour les températures supérieures à 100°, depuis ce terme jusqu'à 220° du thermomètre centésimal d'air, j'avais pour bases, et pour épreuves, les nombreuses expériences faites par M. Arago et Dulong d'une part, de l'autre par M. Taylor. Non-seulement ces expériences, celles de nos confrères surtout, ont été faites avec une recherche de précision et d'appareils, qu'il sera bien difficile de surpasser; mais, en outre, dans la partie de l'échelle thermométrique qui leur est commune, elles présentent une concordance de résultats qu'on aurait supposée à peine possible, en considérant la diversité des moyens employés, ainsi que l'inégal degré d'exactitude qu'ils semblaient offrir. J'ajouterai toutefois que, pour trouver cet accord aussi exact qu'il l'est en effet, il faut tenir compte de la petite différence des pressions sous lesquelles les thermomètres français et anglais sont réglés, et réduire toutes les températures aux indications du thermomètre d'air, corrigé de la dilatation du verre. Dans la partie inférieure de l'échelle thermométrique, depuis — 20° jusqu'à 100°, j'ai eu à ma disposition un ensemble de données inédites, infiniment précieux, que je rapporterai tout entier dans mon Mémoire. Ce sont des mesures de la force élastique, observées en trente-six points de cet intervalle de températures, par deux méthodes différentes; et je n'aurai rien à ajouter pour justifier la confiance qu'elles méritent, quand j'aurai dit que je les dois à l'amitié de M. Gay-Lussac. De ce système total d'observations, par une méthode de concours qui sera expliquée dans mon Mémoire, j'ai déduit quatre valeurs de la force élastique, dans lesquelles les erreurs accidentelles des expériences voisines se trouvaient compensées, et qui se rapportaient à des températures également espacées autour du terme de 100°, où cette force est représentée par 760 millimètres de mercure, réduits, comme dans tout le reste de l'échelle, à la température de la glace fondante. Ces éléments ont suffi pour déterminer toutes les constantes de la formule, que j'ai calculées ainsi jusqu'à douze décimales exactes. Quoique les observations ne puissent pas être supposées atteindre un tel degré de précision, il faut le conserver dans le calcul des constantes, pour pouvoir les transporter sans erreur dans toute l'étendue de températures que la table embrasse; parce que les facteurs numériques qui les multiplient varient dans cet intervalle depuis o jusqu'au nombre 240, et même plus encore, si, comme je le crois, la formule peut encore être employée avec une très grande probabilité d'exactitude

jusqu'à la température de 300° au moins. Ayant obtenu ces constantes, j'ai appliqué numériquement la formule à toutes les déterminations individuelles qui avaient été publiées par MM. Arago et Dulong; à toutes celles de Taylor, comprises entre leur température la moins haute et 100°; enfin aux trente-six déterminations obtenues par M. Gay-Lussac, dans toute la partie de l'échelle thermométrique inférieure à ce terme. Dans toutes ces épreuves, le calcul n'a jamais différé des observations que dans des quantités du même ordre dont celles-ci différaient entre elles. Je n'ai publié la formule, je ne l'avais même annoncée à l'Académie, qu'après avoir constaté ainsi sa vérité.

» Il ne restait donc qu'à en déduire une table numérique des forces, calculée continûment de degré en degré, pour toute cette amplitude. Mais c'était là encore une tâche fort pénible, surtout voulant effectuer ce travail de manière que les diverses parties de la table pussent recevoir ultérieurement toutes les corrections et toutes les améliorations que des expériences plus parfaites encore pourront donner lieu d'y introduire, sans être obligé de recommencer à la calculer tout entière; ce qui se fera par une méthode que je décrirai dans mon Mémoire. Heureusement j'ai trouvé pour cela deux collaborateurs remplis de zèle, qui, par leurs secours successifs, m'ont mis en état de réaliser ce projet. L'un, qui est mort l'été dernier, peu connu des savants de profession, était un amateur passionné de l'astronomie, et en faisait l'unique délassement d'une vie consacrée à de modestes occupations d'enseignement. M. Suret, c'était son nom, apportait aux calculs numériques les soins les plus patients, comme les plus consciencieux, pour la seule satisfaction de se croire utile à la science. Je pus lui confier en toute sécurité la partie du travail la plus pénible, qui, à la vérité, consistait en de simples additions et soustractions, mais appliquées à deux séries de nombres composés de douze chiffres, pour chaque degré centésimal que l'étendue de la table devait embrasser. L'Académie ne me désapprouvera pas de lui donner ici cette marque de souvenir, ne pouvant plus le remercier autrement. Mais il y avait encore un double calcul logarithmique à faire, pour tirer les forces élastiques de ces résultats. Je craignis d'abord qu'il ne fallût employer pour cela les logarithmes à onze décimales dont nous n'avons que des tables si bornées, et d'un emploi si pénible; ce qui me donnait une occasion trop évidente de regretter qu'on n'ait pas encore publié, sous une forme quelconque, ces grandes tables calculées sous la direction de Prony, qui auraient tant d'utilité dans des circonstances pareilles. Heureusement, les tables ordinaires à sept déci-

males étant appliquées à la recherche des forces qui m'avaient servi de données numériques, les reproduisirent avec des différences dont la petitesse ne pouvait jamais être sensible aux observations; et le calcul fait avec onze décimales ayant donné le même accord pour d'autres termes distribués dans tout l'intervalle des températures que le calcul devait embrasser, je fus certain que les tables ordinaires suffisaient. J'ai profité alors de la bonne volonté de M. Le Fort, ingénieur des ponts-et-chaussées, auquel je suis attaché par des liens de famille, et nous nous sommes partagé le reste du travail. Il s'est chargé de calculer les termes qui s'élèvent de 100° jusqu'à 220°; et j'ai gardé pour ma tâche, ceux qui descendent depuis 100° jusqu'à 20° au-dessous de zéro. Tous nos résultats ont été éprouvés par la régularité de marche de leurs premières, secondes, et troisièmes différences; de sorte qu'il y a tout lieu de les croire exacts. Pour leur insertion dans la table, on les a limités aux millièmes de millimètre de mercure dans les températures inférieures à 52°, et aux centièmes de millimètre dans les températures supérieures. Cela dépasse le terme de précision que les expériences ont pu, et pourront jamais atteindre dans ces deux portions de la table. Mais j'ai poussé l'exactitude des nombres jusqu'à ce point, par un motif de prévision que j'expliquerai dans un moment.

» J'ai dit que la formule analytique, ainsi que la table numérique qui en est déduite, expriment les forces élastiques correspondantes aux degrés d'un thermomètre d'air sec, qui serait corrigé de la dilatation du verre. Or on sait qu'un tel thermomètre marche autrement qu'un thermomètre à mercure; et c'est avec un thermomètre à mercure, non corrigé de la dilatation du verre, que l'on observe ordinairement les températures pour lesquelles on veut connaître les valeurs des forces élastiques de la vapeur. Il fallait donc joindre à la table des forces, une table auxiliaire qui exprimât la correction que le thermomètre ordinaire nécessite pour pouvoir la consulter: c'est ce que j'ai fait. On sait que la correction dont il s'agit est insensible au-dessous de la température de 100°. Au-dessus de ce terme, elle croît progressivement jusqu'au point de l'ébullition du mercure. J'ai formé une table qui donne ses valeurs pour chaque degré du thermomètre à mercure, depuis 100° jusqu'à 300°, comptés sur ce même thermomètre. Les termes intermédiaires se concluront, dans tout cet intervalle, par la proportionnalité des différences que j'ai aussi exprimées; et je me suis assuré que le calcul fondé sur cette proportionnalité, ne sera jamais en erreur, dans les millièmes de degré de la température.

» J'ai fondé cette table de réduction sur les expériences rapportées par

Dulong et Petit, dans leur excellent travail sur la mesure des températures (1). On y trouve en effet, à la page 12, les indications comparatives du thermomètre ordinaire à mercure, et d'un thermomètre d'air sec corrigé de la dilatation du verre, exprimées de 50° en 50°, depuis 36° au-dessous de zéro, point un peu supérieur au terme de congélation, et de contraction soudaine du mercure, jusqu'à 360°, qu'ils ont trouvé être le point de son ébullition. Je me suis arrêté à 60° au-dessous de cette dernière limite pour échapper aux incertitudes qu'elle peut comporter. D'une autre part, dans les températures inférieures à 100°, la correction est présentée comme insensible. Or, si l'on examine ses valeurs telles que Dulong et Petit les donnent pour chaque intervalle de 50°, compris entre 100° et 300°, ce qui fait cinq termes de détermination, les nombres qui l'expriment se trouvent avoir leurs secondes différences exactement constantes, de sorte que la continuité de leur succession est rigoureusement expressible par une formule parabolique du second degré; d'où l'on peut inférer avec une extrême vraisemblance, qu'ils résultent d'une rectification de ce genre, appliquée au système total d'observations intermédiaires que ces excellents expérimentateurs disent avoir faites. Quoi qu'il en puisse être, la seule constance des différences secondes des nombres rapportés, m'a permis de calculer toute ma table de réduction par la même loi; et c'est ainsi que je l'ai effectuée. Donc, lorsque la température indiquée par le thermomètre ordinaire à mercure sera donnée, on trouvera par cette table la correction qu'il faut y faire pour la convertir en température du thermomètre d'air; et, avec celle-ci, on trouvera la force élastique correspondante, exprimée en millimètres de mercure pris à la température de la glace fondante, sous l'influence de la gravité qui a lieu à Paris.

» On m'a demandé pourquoi j'ai construit la formule, et calculé la table des forces, en fonction des températures du thermomètre d'air, et non en températures du thermomètre à mercure, puisque ce sont habituellement ces dernières que l'on observe, et qu'il faut leur appliquer une réduction pour consulter la table des forces élastiques. Il m'eût été en effet facile de me conformer à cette pratique. Car les constantes de la formule étant une fois déterminées numériquement, et la différence du thermomètre à mercure au thermomètre d'air étant aussi analytiquement exprimée par la forme parabolique, j'aurais pu l'introduire dans l'expression générale des forces au-dessus de 100°, puis effectuer le calcul numérique pour chaque

(1) Édition de l'Imprimerie royale, 1818, in-4°.

degré du thermomètre à mercure ainsi introduit. Mais, outre que ce calcul serait devenu alors beaucoup plus complexe, j'aurais par là brisé, ou au moins dissimulé, la loi naturelle de développement du phénomène physique que je considérais; puisqu'au lieu de le comparer à l'expansion régulière et continue d'une masse gazeuse, qui ne change point d'état, je l'aurais comparé à celle d'un liquide graduellement rapproché du terme de son ébullition, et dont la dilatation progressive doit alors naturellement devenir plus variable. Or, en voulant sans doute offrir des résultats utiles pour les applications pratiques et industrielles, j'avais surtout en vue de préparer des éléments qui pussent servir à l'avancement, beaucoup plus essentiel à mes yeux, des théories physiques sur la formation de la vapeur; et pour cela il fallait conserver toute sa simplicité naturelle, au phénomène dont je cherchais l'expression.

» Je n'ignore pas que le coefficient d'expansion des gaz secs, qui a été donné par M. Gay-Lussac, et qui est, ou qui semble être ici employé dans ma table, a été présenté comme suspect de quelque erreur par des physiciens étrangers. Je pourrais d'abord me borner à dire qu'il n'y entre pas en réalité comme élément. Car, lorsque j'ai employé primitivement les forces élastiques déterminées par MM. Arago et Dulong, ainsi que par M. Taylor, en fonction du thermomètre à mercure ordinaire, j'ai d'abord réduit les températures au thermomètre d'air, par ces mêmes réductions numériques indiquées dans le travail de Petit et Dulong. De sorte qu'en définitive, j'ai comparé le développement de la force élastique, à celui d'un gaz idéal dont l'expansion serait liée aux indications du thermomètre à mercure par les nombres que ces physiciens ont assignés. Et ainsi, quand on consulte la table des forces pour les indications du thermomètre à mercure réduites par ces mêmes nombres, c'est réellement ce thermomètre seul qui est employé comme élément dans les résultats qu'on obtient. L'exactitude ou l'inexactitude du coefficient de M. Gay-Lussac, n'affecte donc en rien mon travail actuel. Mais, puisque je me trouve personnellement désintéressé dans cette question si importante pour la physique, et que notre illustre confrère n'a pas, ce que je regrette, jugé à propos d'éclaircir les doutes qu'on avait élevés, je me trouve heureux de pouvoir apporter ici une présomption, je dirais presque une autorité, qui devra, tout au moins, suspendre les inductions qu'on se serait peut-être trop hâté de tirer de son silence.

» Dans le travail sur la mesure des températures que je viens de citer, et qui est considéré généralement comme un modèle d'exactitude, Dulong et Petit ont eu fréquemment besoin d'employer le volume propre d'une

même masse d'air atmosphérique sec, portée successivement à différents degrés de températures exprimées par le thermomètre à mercure ordinaire. Il serait, *à priori*, peu vraisemblable qu'ils s'en fussent rapportés aveuglément, pour cet élément fondamental, aux déterminations d'un observateur antérieur, quelque habile qu'on dût le supposer. Aussi ne semblent-ils pas avoir eu cette confiance; car ils décrivent en détail un procédé différent de celui de M. Gay-Lussac, pour mesurer l'expansion absolue de l'air atmosphérique, ainsi que des autres gaz permanents secs; et ils l'ont employé effectivement pour des températures supérieures à 100°, où l'expérience devient bien plus difficile qu'aux températures inférieures, comme ils le remarquent eux-mêmes. Or, dans le tableau des volumes successifs, occupés par une même masse d'air atmosphérique sec, qu'ils rapportent à la page 12 et qu'ils emploient dans tout leur travail, ils assignent pour le volume à 100° la valeur 1,3750, le volume à 0° étant 1; ce qui est précisément le nombre de M. Gay-Lussac. On peut même remarquer qu'ils ont placé un zéro après le 5 pour la quatrième décimale; car ils vont toujours jusqu'à quatre décimales dans toutes les autres expressions de volume qu'ils ont rapportées.

» Mais, dira-t-on, ils n'ont peut-être pas pris eux-mêmes cette détermination que l'on croyait si parfaitement certaine pour la température de 100°, et ils s'en sont rapportés pour ce terme au nombre indiqué par M. Gay-Lussac. Ceci est un soupçon que rien n'autorise dans leur travail écrit; mais voici un fait qui semble le contredire d'une manière formelle. Ils ont suivi, comparativement, les contractions de l'air sec et la marche du thermomètre à mercure, depuis le terme de la glace fondante jusqu'à la température — 36° indiquée par ce même thermomètre; et ils rapportent en détail, à la page 6, huit comparaisons faites près de ce dernier point, desquelles ils concluent que le degré marqué par le thermomètre de mercure, et le degré marqué par le thermomètre d'air, corrigé de la dilatation du verre y sont sensiblement identiques. Maintenant, à la page 12, ils assignent le nombre 0,865 comme exprimant, à — 36° du thermomètre à mercure, le volume d'une masse d'air sec qui serait 1 à 0°. De là on déduit que la contraction de cet air pour chaque degré de ce même thermomètre est $\frac{0,135}{36}$ ou 0,00375, en prenant pour unité le volume à 0° comme on doit le faire toujours. C'est encore là précisément le nombre de M. Gay-Lussac pour les températures inférieures à 100°.

» Dulong et Petit ont profité de leur appareil pour vérifier si la dilatation de tous les gaz permanents secs était égale, comme M. Gay-Lussac l'avait annoncé; et pour cela ils ont comparé l'expansion du gaz hydrogène à

celle de l'air atmosphérique sec, entre les températures 0° et 300° du thermomètre à mercure. Ils disent, page 14, que le volume de ce gaz étant exprimé par 1 à 0° était devenu 2,1003 à la seconde limite, ce qui donne 1,1003 pour l'expansion totale du volume 1 dans cet intervalle. Or, d'après leurs déterminations précédentes, un thermomètre d'air sec corrigé de la dilatation du verre n'aurait pas marqué, à la température supérieure, 300°, mais seulement 292°,70. En divisant l'expansion totale 1,1003 par ce nombre, sa valeur uniforme pour chaque degré se trouve être 0,003759, c'est-à-dire presque identiquement celle de M. Gay-Lussac; et elle devient applicable au thermomètre à mercure entre 0° et 100°, puisque, dans cet intervalle, ce thermomètre s'accorde avec le thermomètre d'air corrigé de la dilatation du verre.

» Pour se refuser à voir ici une confirmation du coefficient 0,00375, il faudrait admettre la supposition suivante. Deux expérimentateurs, dont personne ne conteste l'habileté, ont entrepris un travail spécial sur les mesures des températures. Ils ont discuté avec les plus grands détails toutes les difficultés de cette détermination, et ils ont expliqué les précautions infinies qu'ils ont prises pour les surmonter. Ils avaient des appareils qui leur donnaient les expansions absolues de l'air sec, et des autres gaz permanents; ils ont déterminé ainsi cette expansion depuis 0° jusqu'à 300° du thermomètre à mercure, et l'on a leurs nombres. Cependant ils ne l'auraient pas mesurée pour 100°, où sa détermination devenait fondamentale pour eux; et ils auraient fait tous leurs calculs, en adoptant le nombre de M. Gay-Lussac sans l'avoir vérifié, quoiqu'il revienne sans cesse comme donnée dans leur travail. Une négligence si grave n'est pas mathématiquement impossible; mais il est bien difficile d'y croire.

» Ce doute, jeté depuis quelques années sur un élément physique que l'on avait lieu de supposer si bien établi, me conduit à discuter les modifications que des expériences ultérieures pourront nécessiter dans la table que je présente, et à indiquer comment on pourra les y introduire sans avoir la fatigue d'en recommencer tout le calcul.

» Je regarde d'abord comme très probable que l'on n'aura, de longtemps, aucune rectification à y faire pour les températures supérieures à 100°. Les soins extrêmes que MM. Dulong et Arago ont apportés dans les déterminations des forces à ces températures, l'accord inespéré, et à peine croyable, de leurs résultats avec ceux de M. Taylor dans les degrés où ils se correspondent; enfin la difficulté excessive de faire, dans cette partie de l'échelle thermométrique, des expériences, je ne dis pas plus par-

faites, mais aussi bonnes que les leurs, tout cela rend peu croyable qu'on en présente qui puissent les contredire ou les balancer. La formule analytique qui les unit me paraît aussi particulièrement irréprochable et sûre dans cette partie de la table, où les variations de la force ne dépendent presque plus que d'une seule exponentielle simple, ce qui facilite leur connexion. Et l'on peut même soupçonner que cette simplification est essentiellement inhérente au mode physique du développement de la vapeur, comme je le montrerai dans un moment.

» Pour les températures inférieures à 100°, les trente-six valeurs des forces obtenues par M. Gay-Lussac, et qui m'ont servi de base ainsi que d'épreuve, présentent de petites oscillations dans les déterminations partielles, prises non-seulement avec les deux appareils qu'il a employés, mais avec le même appareil, pour le même degré de température. Il ne me les a pas dissimulées, puisqu'il m'a remis toutes ses observations originales, que je ne manquerai pas d'annexer à mon Mémoire analytique. De tels écarts ne paraîtront qu'une preuve de sincérité, et un motif de confiance, pour quiconque se sera exercé à ce genre d'expérience, ou y aura seulement réfléchi avec attention. Car, vers 20° au-dessous de zéro, par exemple, la force élastique, réduite à quelques dixièmes de millimètre de mercure, ne varie que de quelques centièmes de millimètre pour chaque degré du thermomètre; et la difficulté de mesurer exactement de si petites quantités sur une colonne barométrique, contenue dans un tube de verre, n'est encore rien comparativement aux soins qu'il faut prendre pour se préserver des influences physiques par lesquelles l'intensité de la force peut être altérée. En comparant, une à une, ces observations de M. Gay-Lussac, avec les résultats continus que donne la formule analytique construite sur leur ensemble, et qui les lie aux températures supérieures, elles m'ont fait soupçonner que, vers le point de congélation de l'eau, la tension de la vapeur éprouverait une modification, à la vérité très faible, mais pourtant sensible par la permanence du signe de très petits écarts que donne alors la formule, écarts qui cessent bientôt avant et après ce point. J'y avais remédié par l'addition de deux exponentielles très petites, et rapidement décroissantes, avant et après 0°; lesquelles ajoutaient, seulement alors, leur effet propre aux nombres donnés par la formule générale. Mais, quoique j'aie complétement calculé les résultats de cette addition, pour toutes les observations dont il s'agit, et que j'aie pu ainsi plier plus complétement la formule aux nombres observés par M. Gay-Lussac, je n'ai pas voulu comprendre cette petite correction dans la table; et il m'a paru préférable de laisser en évidence la simplicité de l'expression dont elle est déduite, parce

que M. Gay-Lussac m'a déclaré qu'il n'aurait pas osé répondre de si petites quantités. Maintenant, si quelque expérimentateur, aussi habile, aussi adroit, aussi patient que lui, se résout à reprendre une série de déterminations entre ces mêmes termes; et s'il parvient à en obtenir, qui se suivent avec un peu plus de continuité, quand elles seront rapportées aussi fidèlement, ce que je souhaite plus que je ne l'espère, il pourra rectifier isolément cette partie de la table, comme je viens de le dire, en prenant les écarts successifs de ses résultats autour des nombres que j'ai assignés d'après la formule analytique continue, et cherchant seulement à exprimer la loi de ces écarts dans leur application locale, ce qui sera infiniment plus facile et plus sûr que de vouloir les faire réagir sur la table tout entière. C'est pour la préparer à recevoir ces rectifications ultérieures, que j'y ai exprimé les valeurs numériques des forces, telles que la formule analytique les donne, jusque dans les millièmes de millimètre pour les températures inférieures à 52°, et jusque dans les centièmes de millimètre audessus de ce point. Car, bien qu'il soit hors de vraisemblance que les observations réelles puissent jamais atteindre de pareilles fractions, la précision numérique des nombres donnés par la table était nécessaire pour qu'on pût les employer ainsi comme points de départ. Mais je ne puis trop insister pour que ces rectifications ne soient établies que d'après des observations très précises, embrassant une certaine portion de l'échelle thermométrique, et non pas sur quelque détermination isolée, qui aurait été obtenue sans une préparation spéciale à ce genre de phénomènes. Car, pour de telles déterminations, il sera beaucoup plus sûr de recourir à la table qui embrasse l'ensemble des résultats avec continuité. C'est ce que reconnaîtront, je crois, aisément, les expérimentateurs qui ont eu accidentellement besoin de mesurer quelques forces élastiques de la vapeur aqueuse, pour leur propre usage.

» Il ne me reste qu'à spécifier les limites extrêmes de valeurs que la formule assigne à ces forces. La considération de ces limites est en effet très essentielle, dans toute représentation de phénomènes physiques continus, non-seulement pour connaître jusqu'où elle peut être étendue avec sûreté, mais encore pour juger si elle n'offre qu'une interpolation locale et empirique, ou si elle se rattache, plus ou moins intimement, à la loi naturelle du phénomène ainsi exprimé. Les formes paraboliques d'interpolation, si fréquemment employées par les physiciens, sont très périlleuses sous ce rapport, parce que, hors de l'amplitude des résultats qui ont concouru à déterminer leurs constantes, elles s'écartent souvent de la

progression physique que les phénomènes considérés doivent évidemment suivre, ce qui empêche d'en tirer aucune induction sur les conditions physiques réelles de ces phénomènes. On pourrait citer aussi de semblables impropriétés dans l'emploi que quelques géomètres, qui à la vérité n'étaient pas expérimentateurs, ont fait des formes exponentielles. Aussi ai-je eu bien soin d'examiner à quelles limites conduisait celle que j'ai appliquée à la représentation des forces élastiques de la vapeur. Dans les températures inférieures d'abord, elle fait décroître la force indéfiniment jusqu'à devenir nulle sans jamais pouvoir devenir négative; et cela est d'accord avec la notion la plus générale que nous puissions avoir sur la formation des vapeurs élastiques que tous les corps émettent. Dans les températures élevées, au contraire, une des exponentielles employées devient insensible au-delà d'un certain terme, peu éloigné de celui que les observations ont pu atteindre, ce qui simplifie déjà l'expression du logarithme de la force, comme la marche des expériences semble le montrer. En s'élevant toujours davantage sur l'échelle thermométrique, l'autre exponentielle va aussi toujours en s'affaiblissant, et les variations du logarithme de la force élastique deviennent de plus en plus lentes. De sorte que l'expression de cette force elle-même tend graduellement vers un maximum qu'elle n'atteindrait qu'à une température infinie, et qui s'élèverait alors à environ 1200 atmosphères. Un tel résultat ne présente rien qui semble physiquement, ou mécaniquement impossible, en considérant l'énorme densité que devrait avoir la vapeur pour une telle pression, si les lois que nous lui trouvons dans les températures inférieures se continuaient effectivement jusque là. Je me garderai bien, toutefois, d'émettre aucune opinion sur la réalité, plus ou moins présumable, d'une limite si considérablement distante des données expérimentales sur lesquelles la formule analytique est établie. Mais je crois pouvoir inférer de son éloignement même, que cette formule qui reproduit si fidèlement toutes les observations, depuis 20° au-dessous de zéro jusqu'à 220°, serait vraisemblablement fort exacte encore, bien au-delà de ce terme, et peut-être jusqu'à la température de 300° du thermomètre d'air, où la valeur de la force élastique serait seulement de 85 atmosphères selon le calcul.

» Pour apprécier la précision présumable de la formule dans ce sens ascendant, où elle dépasse les observations jusqu'à présent faites, et qui ont servi à l'établir, je l'ai comparée à la formule numérique construite par MM. Dulong et Arago pour exprimer les résultats de leurs expériences. J'appelle celle-ci numérique, parce que ses auteurs l'ont présentée comme telle, et qu'étant seulement destinée à une représentation partielle des forces

élastiques, sa forme ne se trouve pas appropriée à la continuité de développement de ce phénomène. En effet, elle abaisse beaucoup trop rapidement la force dans les températures inférieures à 100°, et la rend nulle à 39°,80 au-dessous de zéro, puis négative au-delà, ce qui est contraire à l'observation, ainsi qu'aux conditions physiques de la production de la vapeur. Aussi les habiles physiciens que je viens de nommer en ont-ils seulement fait usage au-dessus de 145°,4 du thermomètre à mercure, où la force élastique est égale à quatre atmosphères; et, pour redescendre de là vers 100°, où leur table s'arrête, ils ont employé la formule de Tredgold qui, dans cette partie de l'échelle thermométrique, leur a paru s'accorder mieux avec les observations. Alors en déterminant, comme ils l'ont fait, la constante unique de leur formule, de manière à reproduire exactement la force élastique de 760^{mm} à 100°, et à se rapprocher autant qu'ils le pouvaient de la moyenne de leurs observations, ils ont obtenu en réalité une expression qui, construite géométriquement, couperait en ce point la courbe véritable du phénomène, sous un très petit angle, puis s'abaisserait continuellement au-dessous d'elle dans toutes les températures moindres; d'où l'on doit conclure qu'elle lui deviendrait au contraire supérieure, de l'autre côté du point d'intersection, c'est-à-dire dans les températures plus élevées. Donc, en définitive, toute formule qui suivra continûment les observations depuis les températures les plus basses jusqu'aux plus hautes où elles s'étendent, et qui s'accordera ainsi, en moyenne, avec la courbe véritable, dans toute cette amplitude, devra donner des valeurs plus faibles que la formule de MM. Dulong et Arago dans les températures supérieures au dernier terme de leurs observations, c'est-à-dire au-dessus de 224° du thermomètre à mercure, ou 220° du thermomètre d'air. Je n'ai pas négligé cette épreuve.

» MM. Dulong et Arago, dans leur Mémoire, page 38, disent être persuadés, qu'à 50 atmosphères, l'erreur de leur formule ne serait pas de 1° sur la température. C'était beaucoup espérer peut-être. Mais, cependant, on va voir que cette indication s'éloigne peu de la vérité.

» Les auteurs, d'après leur formule, fixent la force élastique de 50 atmosphères à 265°,89 du thermomètre à mercure, ce qui répond à 280°,232 du thermomètre d'air. En faisant le calcul pour 260°,25 par ma formule actuelle, je trouve une valeur de la force sensiblement moindre que 50 atmosphères, comme les considérations précédentes devaient le faire présumer. Mais, en prenant seulement 2°,5 de plus, c'est-à-dire en faisant le calcul pour 262°,75 du thermomètre d'air, je trouve les 50 atmosphères dépassées de 23^{mm}, la force élastique calculée étant alors 38022^{mm},92.

La petitesse de cette discordance, et son sens prévu, m'ont été doublement agréables à reconnaître. Car ces deux caractères réunis me semblent fournir une excellente preuve de l'extension que l'on peut donner, avec sécurité, aux applications de la formule nouvelle. Et, malgré la grande étendue d'observations qu'elle embrasse, j'aurais eu beaucoup moins de confiance dans cette extension, si elle s'était fortement écartée de la formule approximative de MM. Arago et Dulong, à un aussi petit intervalle de températures, au-delà des résultats qu'ils ont observés.

» Lorsque j'aurai achevé de rédiger le Mémoire d'analyse qui m'a conduit à cette table, je prierai l'Académie de vouloir bien permettre que je dépose dans ses archives les éléments numériques de ce pénible travail. D'abord, afin que chacun puisse, au besoin, rectifier les erreurs accidentelles qui auraient pu se glisser dans l'extraction des nombres; puis afin que les expérimentateurs qui entreprendraient de perfectionner la table par des déterminations nouvelles puissent, s'ils le voulaient, obtenir plus exactement leurs différences avec les résultats numériques de la formule, avant de conclure les corrections qui en dériveraient, par la méthode que j'ai indiquée ici et qui sera expliquée plus amplement dans mon Mémoire. Enfin, si quelque calculateur zélé voulait continuer la table de degré en degré, jusqu'au 300^{e} degré du thermomètre d'air où je présume que la formule peut s'appliquer encore sans risque d'erreur, il trouverait dans ces documents beaucoup de secours qui faciliteraient et abrégeraient ses calculs. En attendant, pour montrer la marche ascendante du phénomène, je joins ici cette continuation, effectuée de dix degrés en dix degrés, jusqu'à 300° où la force élastique devient presque exactement égale à 85 atmosphères.

TEMPÉRATURES centésimales, en degrés du thermomètre d'air.	FORCES élastiques exprimées en millimètres de mercure à la température de 0°.	DIFFÉRENCES pour 1° : additives.	OBSERVATIONS.
	mm	mm	
220°	18127,85	3738,31	
230	21866,16	4272,50	
240	26138,66	4840,78	
250	30979,44	5439,33	
260	36418,77	6063,84	
270	42482,61	6709,51	
280	49192,12	7370,90	
290	56563,02	8042,48	
300	64605,50	....	85 atmosphères + 5^{mm},50

TABLE pour convertir les degrés du thermomètre à mercure en degrés du thermomètre d'air.

TEMPÉRATURES centésimales en degrés du thermomètre à mercure.	RÉDUCTION au thermomètre d'air : soustractive.	DIFFÉRENCE pour 1° du thermomètre à mercure.
100°	— 0°,00000	0°,02257
101	0,02257	0,02271
102	0,04528	0,02285
103	0,06813	0,02299
104	0,09112	0,02313
105	0,11425	0,02327
106	0,13752	0,02341
107	0,16093	0,02355
108	0,18448	0,02369
109	0,20817	0,02383
110	0,23200	0,02397
111	0,25597	0,02411
112	0,28008	0,02425
113	0,30433	0,02439
114	0,32872	0,02453
115	0,35325	0,02467
116	0,37792	0,02481
117	0,40273	0,02495
118	0,42768	0,02509
119	0,45277	0,02523
120	0,47800	0,02537
121	0,50337	0,02551
122	0,52888	0,02565
123	0,55453	0,02579
124	0,58032	0,02593
125	0,60625	0,02607
126	0,63232	0,02621
127	0,65853	0,02635
128	0,68488	0,02649
129	0,71137	0,02663
130	0,73800	0,02677
131	0,76477	0,02691
132	0,79168	0,02705
133	0,81873	0,02719
134	0,84592	0,02733
135	0,87325	0,02747
136	0,90072	0,02761
137	0,92833	0,02775
138	0,95608	0,02789
139	0,98397	0,02803
140	1,01200	

TEMPÉRATURES centésimales en degrés du thermomètre à mercure.	RÉDUCTION au thermomètre d'air : soustractive.	DIFFÉRENCE pour 1° du thermomètre à mercure.
140°	— 1°,01200	0°,02817
141	1,04017	0,02831
142	1,06848	0,02845
143	1,09693	0,02859
144	1,12552	0,02873
145	1,15425	0,02887
146	1,18312	0,02901
147	1,21213	0,02915
148	1,24128	0,02929
149	1,27057	0,02943
150	1,30000	0,02957
151	1,32957	0,02971
152	1,35928	0,02985
153	1,38913	0,02999
154	1,41912	0,03013
155	1,44925	0,03027
156	1,47952	0,03041
157	1,50993	0,03055
158	1,54048	0,03069
159	1,57117	0,03083
160	1,60200	0,03097
161	1,63297	0,03111
162	1,66408	0,03125
163	1,69533	0,03139
164	1,72672	0,03153
165	1,75825	0,03167
166	1,78992	0,03181
167	1,82173	0,03195
168	1,85368	0,03209
169	1,88577	0,03223
170	1,91800	0,03237
171	1,95037	0,03251
172	1,98288	0,03265
173	2,01553	0,03279
174	2,04832	0,03293
175	2,08125	0,03307
176	2,11432	0,03321
177	2,14753	0,03335
178	2,18088	0,03349
179	2,21437	0,03363
180	2,24800	

TEMPÉRATURES centésimales en degrés du thermomètre à mercure.	RÉDUCTION au thermomètre d'air : soustractive.	DIFFÉRENCE pour 1° du thermomètre à mercure.	TEMPÉRATURES centésimales en degrés du thermomètre à mercure.	RÉDUCTION au thermomètre d'air : soustractive.	DIFFÉRENCE pour 1° du thermomètre à mercure.
180°	— 2°,24800	0°,03377	220°	— 3°,70800	0°,03937
181	2,28177	0,03391	221	3,74737	0,03951
182	2,31568	0,03405	222	3,78688	0,03965
183	2,34973	0,03419	223	3,82653	0,03979
184	2,38392	0,03433	224	3,86632	0,03993
185	2,41825	0,03447	225	3,90625	0,04007
186	2,45272	0,03461	226	3,94632	0,04021
187	2,48733	0,03475	227	3,98653	0,04035
188	2,52208	0,03489	228	4,02688	0,04049
189	2,55697	0,03503	229	4,06737	0,04063
190	2,59200	0,03517	230	4,10800	0,04077
191	2,62717	0,03531	231	4,14877	0,04091
192	2,66248	0,03545	232	4,18968	0,04105
193	2,69793	0,03559	233	4,23073	0,04119
194	2,73352	0,03573	234	4,27192	0,04133
195	2,76925	0,03587	235	4,31325	0,04147
196	2,80512	0,03601	236	4,35472	0,04161
197	2,84113	0,03615	237	4,39633	0,04175
198	2,87728	0,03629	238	4,43808	0,04189
199	2,91357	0,03643	239	4,47997	0,04203
200	2,95000	0,03657	240	4,52200	0,04217
201	2,98657	0,03671	241	4,56417	0,04231
202	3,02328	0,03685	242	4,60648	0,04245
203	3,06013	0,03699	243	4,64893	0,04259
204	3,09712	0,03713	244	4,69152	0,04273
205	3,13425	0,03727	245	4,73425	0,04287
206	3,17152	0,03741	246	4,77712	0,04301
207	3,20893	0,03755	247	4,82013	0,04315
208	3,24648	0,03769	248	4,86328	0,04329
209	3,28417	0,03783	249	4,90657	0,04343
210	3,32200	0,03797	250	4,95000	0,04357
211	3,35997	0,03811	251	4,99357	0,04371
212	3,39808	0,03825	252	5,03728	0,04385
213	3,43633	0,03839	253	5,08113	0,04399
214	3,47472	0,03853	254	5,12512	0,04413
215	3,51325	0,03867	255	5,16925	0,04427
216	3,55192	0,03881	256	5,21352	0,04441
217	3,59073	0,03895	257	5,25793	0,04455
218	3,62968	0,03909	258	5,30248	0,04469
219	3,66877	0,03923	259	5,34717	0,04483
220	3,70800		260	5,39200	

TEMPÉRATURES centésimales en degrés du thermomètre à mercure.	RÉDUCTION au thermomètre d'air : soustractive.	DIFFÉRENCE pour 1° du thermomètre à mercure.
260°	— 5°,39200	0°,04497
261	5,43697	0,04511
262	5,48208	0,04525
263	5,52733	0,04539
264	5,57272	0,04553
265	5,61825	0,04567
266	5,66392	0,04581
267	5,70973	0,04595
268	5,75568	0,04609
269	5,80177	0,04623
270	5,84800	0,04637
271	5,89437	0,04651
272	5,94088	0,04665
273	5,98753	0,04679
274	6,03432	0,04693
275	6,08125	0,04707
276	6,12832	0,04721
277	6,17553	0,04735
278	6,22288	0,04749
279	6,27037	0,04763
280	6,31800	
280°	— 6°,31800	0°,04777
281	6,36577	0,04791
282	6,41368	0,04805
283	6,46173	0,04819
284	6,50992	0,04833
285	6,55825	0,04847
286	6,60672	0,04861
287	6,65533	0,04875
288	6,70408	0,04889
289	6,75297	0,04903
290	6,80200	0,04917
291	6,85117	0,04931
292	6,90048	0,04945
293	6,94993	0,04959
294	6,99952	0,04973
295	7,04925	0,04987
296	7,09912	0,05001
297	7,14913	0,05015
298	7,19928	0,05029
299	7,24957	0,05043
300	7,30000	

» Je rappelle ici la formule qui a servi pour calculer la table suivante des forces élastiques. Cette formule est

$$\log F_t = a - a_1 \alpha_1^x - a_2 \alpha_2^x.$$

x est la température centésimale, comptée à partir de -20° sur le thermomètre d'air, corrigé de la dilatation du verre par les nombres de Dulong et Petit; de sorte que, pour t degrés de ce thermomètre, comptés à partir du point de la glace fondante, on a toujours

$$x = 20^\circ + t.$$

Le thermomètre est censé réglé de manière à marquer 100° lorsque la force élastique de la vapeur est équilibrée par une colonne de mercure de 760^{mm} de longueur, prise à la température de la glace fondante, sous l'influence de la gravité qui a lieu à Paris. F_t est l'expression de la force exprimée par un nombre de ces mêmes millimètres, lorsque la température est t degrés, sur le thermomètre d'air, ainsi réglé, et corrigé de la dilatation du verre. a, a_1, a_2, α_1, α_2 sont cinq constantes positives dont les valeurs sont données comme il suit:

$$a = 5{,}96131\,33025\,59;\quad \log a_1 = \bar{1}{,}82340\,68819\,3;\quad \log a_2 = 0{,}74110\,95183\,7;$$
$$\alpha_1 = -\,0{,}01309\,73429\,51;\quad \alpha_2 = -\,0{,}00212\,51058\,43.$$

Le logarithme de F_t, donné par la formule, est tabulaire.

TABLE des forces élastiques de la vapeur aqueuse.

TEMPÉRATURES centésimales en degrés du thermomètre d'air.	FORCES élastiques exprimées en millimètres de mercure à la température de 0°.	DIFFÉRENCES pour 1° : additives.	TEMPÉRATURES centésimales en degrés du thermomètre d'air.	FORCES élastiques exprimées en millimètres de mercure à la température de 0°.	DIFFÉRENCES pour 1° : additives.
	mm.	mm.		mm.	mm.
— 20°	0,611	+ 0,069	+ 20°	17,058	+ 1,138
19	0,680	0,076	21	18,196	1,200
18	0,756	0,083	22	19,396	1,267
17	0,839	0,091	23	20,663	1,335
16	0,930	0,099	24	21,998	1,408
15	1,029	0,108	25	23,406	1,482
14	1,137	0,117	26	24,888	1,561
13	1,254	0,127	27	26,449	1,642
12	1,381	0,138	28	28,091	1,727
11	1,519	0,150	29	29,818	1,816
10	1,669	0,162	30	31,634	1,908
9	1,831	0,175	31	33,542	2,004
8	2,006	0,189	32	35,546	2,104
7	2,195	0,204	33	37,650	2,208
6	2,399	0,220	34	39,858	2,316
5	2,619	0,237	35	42,174	2,429
4	2,856	0,254	36	44,603	2,545
3	3,110	0,274	37	47,148	2,667
2	3,384	0,293	38	49,815	2,793
— 1	3,677	0,315	39	52,608	2,923
0	3,992	0,337	40	55,531	3,059
+ 1	4,329	0,361	41	58,590	3,201
2	4,690	0,386	42	61,791	3,346
3	5,076	0,412	43	65,137	3,498
4	5,488	0,440	44	68,635	3,655
5	5,928	0,470	45	72,290	3,818
6	6,398	0,500	46	76,108	3,987
7	6,898	0,533	47	80,095	4,162
8	7,431	0,568	48	84,257	4,342
9	7,999	0,603	49	88,599	4,530
10	8,602	0,641	50	93,129	4,725
11	9,243	0,681	51	97,854	4,926
12	9,924	0,723	52	102,78	5,13
13	10,647	0,767	53	107,91	5,35
14	11,414	0,812	54	113,26	5,57
15	12,226	0,861	55	118,83	5,80
16	13,087	0,911	56	124,63	6,03
17	13,998	0,964	57	130,66	6,28
18	14,962	1,019	58	136,94	6,54
19	15,981	1,077	59	143,48	6,79
20	17,058		60	150,27	

TEMPÉRATURES centésimales en degrés du thermomètre d'air.	FORCES élastiques exprimées en millimètres de mercure à la température de 0°.	DIFFÉRENCES pour 1°: additives.	TEMPÉRATURES centésimales en degrés du thermomètre d'air.	FORCES élastiques exprimées en millimètres de mercure à la température de 0°.	DIFFÉRENCES pour 1°: additives.
	mm.	mm.		mm.	mm.
+ 60°	150,27	+ 7,07	+ 100°	760,00	+ 27,58
61	157,34	7,34	101	787,58	28,41
62	164,68	7,63	102	815,99	29,26
63	172,31	7,93	103	845,25	30,15
64	180,24	8,23	104	875,40	31,03
65	188,47	8,55	105	906,43	31,95
66	197,02	8,88	106	938,38	32,89
67	205,90	9,21	107	971,27	33,84
68	215,11	9,55	108	1005,11	34,83
69	224,66	9,92	109	1039,94	35,82
70	234,58	10,27	110	1075,76	36,86
71	244,85	10,66	111	1112,62	37,89
72	255,51	11,05	112	1150,51	38,97
73	266,56	11,44	113	1189,48	40,07
74	278,00	11,86	114	1229,55	41,18
75	289,86	12,28	115	1270,73	42,32
76	302,14	12,72	116	1313,05	43,49
77	314,86	13,16	117	1356,54	44,68
78	328,02	13,63	118	1401,22	45,90
79	341,65	14,11	119	1447,12	47,14
80	355,76	14,59	120	1494,26	48,40
81	370,35	15,09	121	1542,66	49,71
82	385,44	15,61	122	1592,37	51,02
83	401,05	16,13	123	1643,39	52,37
84	417,18	16,68	124	1695,76	53,74
85	433,86	17,24	125	1749,50	55,14
86	451,10	17,81	126	1804,64	56,58
87	468,91	18,40	127	1861,22	58,03
88	487,31	19,01	128	1919,25	59,52
89	506,32	19,62	129	1978,77	61,03
90	525,94	20,27	130	2039,80	62,58
91	546,21	20,91	131	2102,38	64,15
92	567,12	21,58	132	2166,53	65,76
93	588,70	22,27	133	2232,29	67,39
94	610,97	22,98	134	2299,68	69,05
95	633,95	23,69	135	2368,73	70,75
96	657,64	24,44	136	2439,48	72,47
97	682,08	25,19	137	2511,95	74,23
98	707,27	25,97	138	2586,18	76,01
99	733,24	26,76	139	2662,19	77,84
100	760,00		140	2740,03	

TEMPÉRATURES centésimales en degrés du thermomètre d'air.	FORCES élastiques exprimées en millimètres de mercure à la température de 0°.	DIFFÉRENCES pour 1°: additives.
	mm.	mm.
+ 140°	2740,03	+ 79,70
141	2819,73	81,57
142	2901,30	83,50
143	2984,80	85,44
144	3070,24	87,44
145	3157,68	89,44
146	3247,12	91,51
147	3338,63	93,59
148	3432,22	95,71
149	3527,93	97,87
150	3625,80	100,05
151	3725,85	102,29
152	3828,14	104,54
153	3932,68	106,86
154	4039,54	109,17
155	4148,71	111,55
156	4260,26	113,96
157	4374,22	116,41
158	4490,63	118,89
159	4609,52	121,40
160	4730,92	123,96
161	4854,88	126,55
162	4981,43	129,19
163	5110,62	131,86
164	5242,48	134,57
165	5377,05	137,31
166	5514,36	140,11
167	5654,47	142,92
168	5797,39	145,79
169	5943,18	148,69
170	6091,87	151,65
171	6243,52	154,62
172	6398,14	157,64
173	6555,78	160,71
174	6716,49	163,81
175	6880,30	166,96
176	7047,26	170,14
177	7217,40	173,37
178	7390,77	176,62
179	7567,39	179,93
180	7747,32	

TEMPÉRATURES centésimales en degrés du thermomètre d'air.	FORCES élastiques exprimées en millimètres de mercure à la température de 0°.	DIFFÉRENCES pour 1°: additives
	mm.	mm.
+ 180°	7747,32	+ 183,28
181	7930,60	186,67
182	8117,27	190,08
183	8307,35	193,58
184	8500,93	197,08
185	8698,01	200,62
186	8898,63	204,22
187	9102,85	207,86
188	9310,71	211,52
189	9522,23	215,25
190	9737,48	219,01
191	9956,49	222,80
192	10179,29	226,64
193	10405,93	230,54
194	10636,47	234,45
195	10870,92	238,42
196	11109,34	242,44
197	11351,78	246,47
198	11598,25	250,55
199	11848,80	254,70
200	12103,50	258,88
201	12362,38	263,08
202	12625,46	267,34
203	12892,80	271,63
204	13164,43	275,97
205	13440,40	280,34
206	13720,74	284,77
207	14005,51	289,22
208	14294,73	293,73
209	14588,46	298,27
210	14886,73	302,85
211	15189,58	307,47
212	15497,05	312,12
213	15809,17	316,83
214	16126,00	321,56
215	16447,56	326,34
216	16773,90	331,17
217	17105,07	336,02
218	17441,09	340,91
219	17782,00	345,85
220	18127,85	

PHYSIQUE. — *Persistance de l'excitabilité spéciale, dans les papiers imprégnés de bromure d'argent qui ont été impressionnés instantanément;* par M. Biot.

« L'expérience qui fait l'objet de cette communication a été indiquée à la page 107 du dernier *Compte rendu*, dans une note annexée au Rapport lu à l'Académie sur le Mémoire de M. Edmond Becquerel.

» Le samedi, 16 courant, au soir, on s'est assuré que les deux papiers mentionnés dans cette note, et qui avaient été préparés le lundi précédent, 11, ne s'étaient nullement altérés. Le morceau qui avait été exposé à la radiation sous le verre rouge, avait conservé son empreinte pure : je le désignerai par A. Le morceau analogue, coupé dans la même feuille, et qui avait été seulement impressionné pendant un instant, puis abrité de toute radiation, n'offrait aucune trace d'image : je le désignerai par B.

» Ces deux morceaux ont été placés à côté l'un de l'autre, dans un même appareil d'exposition, et recouverts à distance par des verres rouges; savoir, B par le même verre sous lequel A avait continué à s'impressionner, et A sous un nouveau verre que l'on a lieu de croire moins perméable. Après les avoir ainsi abrités, on les a exposés simultanément à la radiation zénithale pendant toute la journée du dimanche 17, et la matinée du lundi 18. Voici quels ont été les résultats.

» Le papier A a continué de s'impressionner dans les seules parties qui avaient été primitivement exposées à la radiation directe. L'empreinte des parties vides de la vignette s'y est ainsi fortifiée d'une manière très notable. La spécialité de son excitabilité locale avait donc persisté.

» Il s'était formé sur ce papier une raie blanche, de forme irrégulière, qui traversait toute sa surface; elle avait fait disparaître les parties de l'empreinte primitive qui se trouvaient sur sa route. On a supposé que cet effet pouvait avoir été opéré par une précipitation intérieure d'eau, qui aurait résulté de l'abaissement de la température aux diverses époques de l'exposition.

» Le papier B avait éprouvé un effet pareil, mais plus considérable, qui avait aussi rendu une portion de sa surface, dépourvue d'empreinte. Mais en outre, soit par cette cause, soit par quelque autre qu'on ignore, il avait éprouvé une singulière modification. Tout le reste de sa surface s'était impressionné à travers ce même verre rouge, sous lequel, précédemment, A n'avait pas été impressionné; mais à la vérité un autre

jour, et peut être avec une qualité différente de la radiation. Néanmoins l'empreinte de la vignette se distinguait encore très bien par une teinte plus forte sur ce fond coloré; d'où il résulte que l'excitabilité spéciale avait persisté malgré cette perturbation.

» L'épreuve de cette persistance avait été indiquée comme essentielle par l'un des Commissaires, M. Arago, afin de savoir si l'aptitude acquise par le papier pour s'impressionner localement sous le verre rouge, ne résulterait pas d'un mouvement vibratoire, excité par la radiation dans les parties qu'elle avait frappées; mouvement qui pourrait se continuer sous le verre rouge pendant qu'il subsiste, mais qui ne pourrait pas y être excité, ou y renaître après s'être éteint, conséquemment après quelques jours de repos dans l'obscurité, à l'abri de toute radiation. Or l'impressionnabilité locale ayant persisté, un tel mouvement vibratoire paraît ne pouvoir pas être la cause du phénomène. »

RAPPORTS.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Rapport sur une Note de* M. **DENY DE CURIS**, *concernant un mode particulier de fabrication des mortiers.*

(Commissaires, MM. Poncelet, Piobert, Héricart de Thury rapporteur.)

« Le 24 août dernier M. Deny de Curis, ancien entrepreneur des travaux publics, a présenté à l'Académie une Note sur un mode de fabrication des mortiers hydrauliques de son invention, et deux fragments de mortiers qu'il a faits il y a vingt-neuf ans à Sèvres, avec de la chaux de Champigny. L'Académie a renvoyé la Note de M. Deny et ses mortiers à l'examen de MM. Poncelet, Piobert et Héricart de Thury, pour lui en faire un rapport.

» Déjà, en février 1835, une Commission, composée de MM. Girard, Navier, Robiquet et Héricart de Thury, fit à l'Académie un Rapport sur une Notice de M. Deny *sur les mortiers de construction à l'épreuve des filtrations, décompositions et altérations des eaux destructives et de l'humidité des lieux souterrains.* Dans ses conclusions, cette Commission disait que l'ouvrage de M. Deny était le travail d'un praticien, mais d'un praticien sage et éclairé, qui avait beaucoup observé, beaucoup fait par lui-même; que si parfois il différait de M. Vicat, il s'en excusait en homme consciencieux, en s'appuyant sur son expérience; qu'on voyait qu'il avait étudié

le *Traité des Mortiers et des Ciments calcaires* de M. Vicat, en cherchant à concilier la théorie de ce savant ingénieur, avec le résultat de ses travaux, et que n'ayant pu y parvenir, il avait cru devoir renoncer aux principes déduits de l'analyse chimique, et prendre l'extinction de la chaux pour point de départ.

» Dans sa Note du 24 août, M. Deny répète, comme il l'a dit dans son premier ouvrage, que c'est à tort qu'on a cru qu'il n'y avait que certaines pierres calcaires qui pouvaient donner des mortiers hydrauliques, que toutes les pierres calcaires peuvent en donner, et que ce n'est pas tant dans la nature intime de ces pierres que dans leur *traitement* qu'il faut chercher ce qui constitue le mortier hydraulique, et généralement les bons mortiers. Des expériences multipliées, en France, en Espagne, en Italie, lui ont prouvé, dit-il, qu'*au moyen de son procédé d'extinction de la chaux, on peut faire des mortiers hydrauliques avec les pierres calcaires réputées les plus mauvaises, aussi bien qu'avec celles qu'on dit les meilleures*.

» Ainsi le procédé de M. Deny de Curis consiste particulièrement dans l'extinction de la chaux. Il ne paraît tenir aucun compte de *la cuisson de la pierre calcaire au degré convenable de calcination,* ou du degré auquel elle *doit être décarbonatée,* et du triage ou du rejet des parties *incuites* ou *trop cuites;* conditions cependant essentielles, puisque, ainsi que l'a si bien démontré dernièrement M. Vicat à l'Académie (1), les *chaux limites* complétement *cuites* ou *entièrement dépouillées d'acide carbonique* sont, comme les *pigeons de chaux incuites,* d'un emploi dangereux, et doivent être proscrites.

» Si M. Deny de Curis prend ces précautions dans la fabrication de ses mortiers, ce qu'il ne dit pas, mais ce que nous devons supposer, puisqu'il prend l'extinction de la chaux pour point de départ et qu'il ne pourrait l'obtenir complète, s'il ne s'y astreignait point, M. Deny de Curis doit obtenir de bons mortiers, son procédé consistant : 1° à former avec du sable un bassin de forme circulaire, ayant le double de capacité du volume de chaux à éteindre; 2° à y déposer la chaux par lits de $0^m,15$ à $0^m,20$; 3° à n'employer pour l'extinction de la chaux que la quantité d'eau strictement

(1) Séance de l'Académie des Sciences du 9 novembre 1840, voir le *Compte rendu*, Communication de M. Vicat, et sa lettre du 13 au rédacteur du *Moniteur universel*, n° 324, jeudi 19 novembre 1840.

nécessaire : ainsi au plus deux parties d'eau pour une partie de chaux ; 4° à faire un second lit de chaux en n'ajoutant que la quantité d'eau absolument indispensable pour la pénétrer, mais sans la remuer au rabot ; 5° à se servir de bon sable lavé et non terreux ; et 6° à ne jamais faire que la quantité de mortier dont on a besoin pour le travail à exécuter immédiatement, de manière à n'employer, autant qu'il est possible de le faire, que du mortier confectionné à l'instant même de s'en servir, autrement du mortier encore chaud et que M. Deny réchauffe même, dit-il, en y ajoutant, suivant le besoin, de la chaux et de l'eau dans les proportions convenables, s'il a été obligé de suspendre l'opération.

» M. Deny de Curis dit que les chaux maigres, et surtout celles qui sont éminemment maigres, sont lentes à fondre et à s'éteindre, lorsqu'elles ont plus de vingt jours de calcination ; et que les chaux grasses, devenant moins actives en vieillissant, il ne faut pas précipiter dans l'extinction les doses d'eau et de chaux pour obtenir une *fondue* aussi parfaite que si la chaux n'avait que quelques jours de calcination.

» On ne peut douter qu'avec les précautions qu'il recommande et que nous croyons d'ailleurs implicitement comprendre les conditions exigées par M. Vicat (1), quoique cependant M. Deny de Curis n'en parle point, il n'obtienne de bons mortiers pour les constructions à l'abri de la *mouillure et des inondations* avec toute espèce de pierre calcaire, pourvu qu'elle soit *calcinée au degré convenable,* puisque, dans l'extinction de la chaux, il doit nécessairement rejeter les *incuits* qui ne peuvent s'éteindre ; mais nous lui conseillerons encore, avec M. Vicat, de s'abstenir également d'introduire des *chaux limites* ou de la *chaux entièrement décarbonatée* dans la fabrication de ses mortiers, ceux dans lesquels on les fait entrer s'éventant et se détériorant plus ou moins promptement, suivant le trop grand degré de calcination de la chaux, ou sa trop prompte dessiccation, avant que la chaux ait pu se *recarbonater et se repétrifier.*

» Quant aux échantillons de mortier que M. Deny de Curis a joints à sa lettre et qu'il a fait, dit-il, il y a vingt-neuf ans à Sèvres, avec de la chaux de Champigny en suivant son procédé, ce mortier nous a paru réunir toutes les conditions et qualités d'un bon mortier, fait avec de la chaux grasse bien fondue et des cailloux siliceux, de la meulière et diverses pierrailles grossièrement concassées dans la proportion d'un tiers pour deux tiers

---

(1) Séance du 9 novembre 1840.

de chaux. Avec l'acide nitrique étendu d'eau, ce mortier a fait une forte effervescence, et laissé, après la dissolution du sable, des graviers et des cailloux; essayé avec le sulfate de soude suivant le procédé de Brard, il n'a donné que peu d'efflorescence et par places seulement. Un échantillon pesant $1^k,60$, plongé pendant vingt-quatre heures dans un bain d'eau bouillante, au moment de son immersion, a augmenté de 0,55, et pesait $2^k,15$, à raison de 0,55 d'eau qu'il avait absorbée. Exposé immédiatement, et tout mouillé, à une gelée de $0°,15$ centigrades, il en a parfaitement supporté l'action, sans aucune altération, ni exfoliation, quoiqu'on l'ait fait dégeler rapidement sur un poêle fortement chauffé.

» Ainsi ce mortier paraît donc très bon et ne rien laisser à desirer; mais il eût été à souhaiter que M. Deny de Curis eût joint à ses échantillons quelques pièces ou certificats attestant la date de la fabrication, les proportions de chaux et de sable, la quantité d'eau, les précautions prises dans l'opération, l'usage ou l'emploi auquel était destiné le mortier; enfin tous les détails ou toutes les circonstances qui pouvaient en faire juger et apprécier la qualité. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

MM. les Membres de la section de Minéralogie qui font partie de la Commission chargée d'examiner les travaux de l'*expédition scientifique du Nord*, demandent qu'on leur adjoigne M. Cordier, qui a une connaissance très spéciale des travaux géologiques de cette expédition.

M. Cordier est adjoint à la Commission.

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Nouvelles recherches anatomiques sur le Nautile* (Nautilus pompilius); *par* M. A. Valenciennes. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Serres, Audouin, Milne Edwards.)

« L'animal du Nautile n'existait pas encore dans les collections du Muséum, lorsque tout récemment elles viennent d'en recevoir un exemplaire, présent dû à la générosité d'un négociant hollandais, M. Meder, établi à Batavia, qui s'y occupe avec ardeur de l'étude des mollusques

du riche archipel des Moluques, et qui en possède une collection considérable.

» Dès que l'animal fut déposé dans les collections du Muséum, je m'empressai de l'étudier, et l'on doit concevoir que ne le recevant que pour le confronter en quelque sorte au beau Mémoire de M. R. Owen sur le même sujet, je devais craindre qu'il ne me restât plus d'observations assez importantes pour qu'elles fussent dignes d'être présentées à l'Académie.

» Mais je ne tardai pas à reconnaître que le nautile que je mets sous les yeux de l'Académie est d'une espèce distincte de celui déposé dans le Musée du Collége des chirurgiens à Londres (1); et en second lieu, je dois croire que le mollusque de M. R. Owen, plus fortement contracté par l'action de l'alcool, ne lui a pas permis de voir plusieurs points intéressants de l'anatomie de ce mollusque, et que je vais signaler ici d'une manière rapide et concise, me réservant de publier une description très détaillée de ce mollusque.

» Je dois me hâter de dire que les rapports de l'animal avec la coquille ont été parfaitement saisis par M. Owen, que l'animal ne peut être autrement placé dans la dernière loge qu'il habite. L'entonnoir repose sur la grande courbure de la coquille, qui est son côté ventral ou inférieur quand l'animal nage; le bras supérieur, ou, comme l'appelle M. R. Owen, la coiffe, étant sur le dessus de la tête, et s'appuyant par la base sur la portion enroulée et colorée en noir, embrassée jusqu'à l'ombilic par la base concave des gros bras, qui viennent ainsi se mouler sur cette partie dorsale ou supérieure de la coquille, toujours en considérant l'animal dans sa position normale.

» La grande cavité veineuse ou, comme M. Owen l'appelle, le péricarde, offre une disposition remarquable qui n'a pas été signalée, la membrane qui double la cavité du péricarde recouvre six sacs ou poches ouvertes

---

(1) Le Nautile sur lequel j'ai fait ces observations vient des côtes de la Nouvelle-Guinée, tandis que celui de M. Owen a été pris dans l'archipel des Nouvelles-Hébrides, à 1200 lieues de distance, mais à peu près par les mêmes latitudes

Il existe encore une différence notable entre le Nautile que j'ai disséqué et celui du Musée de Londres : les deux mandibules qui forment le bec de mon Nautile sont entièrement cornées, il n'y a aucun dépôt ou pièce calcaire à l'extrémité, les bords du bec sont lisses et nullement dentelés; tandis que ces mandibules ont leur extrémité calcaire sur l'autre Nautile. Les différences de la nature et des formes du bec, du cartilage, me font croire que M. Owen n'a pas eu la même espèce que moi.

à l'extérieur par une petite fente oblique ayant tout au plus 2 millimètres de longueur et percée au pied de chaque branchie.

» On voit, en ouvrant la membrane externe, que les pédoncules des houppes ou grappes glandulaires figurées par M. Owen, s'insèrent sur la membrane mince du sac.

» En avant de l'ovaire, tel que M. Owen l'a figuré, on trouve quatre tubercules placés au-devant d'un petit orifice qui doit être celui de la sortie des œufs.

» Revenons maintenant vers la tête : nous en trouvons les parties peu contractées ; aussi pouvons-nous les décrire avec plus de détails que ne l'a fait notre prédécesseur.

» Sous l'œil, qui est grand et semi globuleux, et au-devant de son pédoncule, est un organe particulier, sorte de tube conique creux, dont le bord supérieur est muni d'une papille avancée comme une petite languette.

» L'intérieur de ce tube est muni de lames très fines, obliques, sur un raphé longitudinal, et qui donnent à cet organe la plus grande ressemblance avec la narine interne d'un poisson. Je ne doute pas que ce ne soit sur cet organe qu'il faille placer le siége de l'odorat, et non pas sur l'appareil lamellaire, où M. Owen l'a placé, et dont je parlerai tout-à-l'heure. J'ai vu le nerf qui se rend à cet organe ; derrière cet appendice, et au pied, est une petite fossette aveugle, dont la peau interne est tout-à-fait lisse, et qui répond à l'oreille.

» Ces bras forment, à l'extérieur, et sur les côtés, une masse de pédoncules creux, sortes de gaines d'où sortent des tentacules trièdres ou tétraèdres plissés, ce qui montre leur faculté de s'étendre ; et le dessus de la tête est recouvert par deux autres énormes pédoncules réunis sur la ligne médiane avec ceux du côté opposé, planes dans les parties moyennes : ce sont ceux que M. Owen nommait la *coiffe ;* il en sort deux tentacules.

» Cette coiffe et les pédoncules latéraux constituent ce que M. Owen a nommé la gaîne orale. Dans l'intérieur de cette gaîne se trouvent quatre autres pédoncules portant chacun aussi des cirrhes plus courts, mais semblables à ceux qui sortent des pédoncules externes. Je ne doute pas qu'on ne doive regarder cet ensemble de gros pédoncules comme les analogues des bras des poulpes : comme eux, ils sont au nombre de huit. S'ils diffèrent par la forme, ils conservent encore des fonctions analogues, et une insertion très semblable, et que les longs appendices creux, d'où sortent les cirrhes, pourraient être considérés comme analogues aux ventouses des bras du poulpe.

» M. Owen a observé qu'à la base des deux bras internes et inférieurs, il y a un organe impair composé de seize petites lamelles qui reçoivent un nerf sortant de l'anneau inférieur du collier nerveux.

» Un organe semblable à celui-ci existe sur la base de chacun des gros bras externes et inférieurs sous la tête, ceux qui portent dix-sept tentacules. Chacun de ces organes a une forme ovoïde, et est composé de cinquante lamelles au moins, très fines, serrées l'une contre l'autre, pliées en angle presque droit; de sorte que la moitié antérieure de chaque lamelle descend verticalement, et que l'autre moitié prend une direction horizontale. On voit aussi que ces organes sont animés chacun par des filets nerveux, branches d'un tronc sortant aussi du collier, comme ceux de l'autre organe. M. Owen, qui n'a vu que ce dernier, a cru devoir en faire le siége de l'odorat; mais je ne pense pas qu'il en soit ainsi, puisqu'on retrouve une organisation analogue au pied de l'autre bras. L'hypothèse de M. Owen me paraît encore détruite par une autre objection plus forte et d'une grande importance physiologique, qui se tire de la naissance des nerfs de ces organes, puisque ces nerfs viennent du ganglion inférieur analogue à celui nommé *pes anserinus* dans la Sèche. L'organe que j'ai désigné comme le véritable siége de l'odorat du Nautile reçoit un nerf de la base même du ganglion optique, c'est-à-dire du cerveau. En arrière, et sous la partie inférieure de ce ganglion optique, naissent trois ou quatre petits filets nerveux qui vont se perdre dans une petite cavité oblongue, creusée dans la branche postérieure du cartilage qui soutient les parties inférieures du mollusque. C'est évidemment l'oreille du Nautile. Cette cavité était remplie d'un liquide transparent, dans lequel j'ai vu flotter deux ou trois filets nerveux; quelque soin que j'aie mis à la chercher, je n'ai pu y découvrir nue petite pierre, comme il en existe dans le poulpe. Cette oreille répond exactement au petit enfoncement qui existe au pied du tubercule olfactif. Je ne doute pas que, malgré la différence de forme dans la branche du cartilage, M. Owen ne retrouve aussi cet organe sur son exemplaire.

» Le cerveau du nautile n'est pas recouvert, comme dans le poulpe, d'un cartilage; mais ce mollusque a en-dessous de l'œsophage et dans les lames musculaires de l'entonnoir, un cartilage très fort, composé d'un corps central ou bande transverse prolongée en arrière en une longue pointe qui va se perdre dans le muscle qui s'insère sur la coquille. Sur la bande s'élèvent deux petites apophyses qui reçoivent dans la gouttière qu'elles forment avec le corps du cartilage les branches inférieures du collier nerveux subœsophagien. Ce cartilage se prolonge en arrière et supérieurement en deux cornes arrondies, contenant l'oreille à leurs extrémités; et en-dessous,

et sur les côtés, en deux grandes lames irrégulièrement quadrilatères qui envoient en avant et en bas deux languettes apophysaires qui se perdent jusque sur les bords des membranes de l'entonnoir. Ce cartilage donne attache aux extrémités antérieures des fibres musculaires du grand muscle d'attache à la coquille; aux muscles de l'entonnoir, et le soutient dans sa forme; aux pieds des muscles des deux bras inférieurs, et à quelques-uns des muscles de la bouche. Ce que j'ai pu voir de l'insertion des muscles des bras montre bien que ces faisceaux isolés appartiennent à des systèmes distincts, et justifie les séparations que j'ai faites.

» En examinant maintenant les rapports de l'animal avec sa coquille, on voit que toute la portion palléale est contenue dans la première grande loge, la vraie loge coquillière du mollusque, et qu'il y adhère par les deux gros muscles qui vont se réunir sur la partie dorsale par une lame transverse, mince et très étroite; que la portion marginale du manteau et un peu plus épaisse, suit exactement les contours du bord de la coquille; que le siphon, naissant du fond du sac, s'étend jusqu'à la dernière loge sans aucune interruption; que la paire supérieure des bras s'appuie sur la partie enroulée du cône de la coquille, et que ces bras doivent s'étendre sur le test et l'embrasser, comme les bras supérieurs de l'argonaute embrassent sa coquille par les voiles. Sans vouloir discuter ici la question du parasitisme ou non-parasitisme du poulpe de l'argonaute dans la coquille où on le trouve, on remarquera cependant cette similitude, que dans l'un comme dans l'autre ce sont les deux bras supérieurs qui embrassent la coquille, et dans le Nautile ces bras déposent la couche flambée qui colore si élégamment le test, la forme des flammes étant exactement courbée comme le bord des bras étendus sur le test (1); dans les coquilles de Nautile la couche interne ou la nacre est transudée par la surface entière de tout le manteau, et la portion postérieure de la bourse fait les cloisons qui divisent en chambres la coquille. On conçoit en effet que quand l'animal, trop resserré dans sa dernière loge, a agrandi le bord de l'ouverture, il laisserait derrière lui un grand vide si de temps en temps, probablement dans des moments de repos ou d'engourdissement, l'animal tranquille ne transudait pas une couche d'abord gélatineuse ou crétacée gélatineuse qui s'épaissit ensuite par la nacre. Ce fait est très analogue à ce que l'on observe sur beaucoup de coquilles turriculées dans lesquelles le mollusque aban-

(1) Ce dépôt vitreux se fait ici comme celui des Porcelaines et d'autres mollusques gastéropodes.

donne la pointe et surtout à ces bourrelets plus ou moins découpés et élevés sur la surface extérieure de certains gastéropodes. Les lames des cloisons sont donc à l'intérieur du Nautile ce que sont à l'extérieur les varices des Murex et genres voisins. Toutes ces chambres sont vides d'eau, et probablement d'air, car elles n'ont entre elles aucune communication et elles n'en ont aucune avec l'extérieur.

» Elles sont toutes traversées par le siphon, mais cet organe est toujours enveloppé dans une tube crétacé gélatineux qui l'isole complétement et ne lui laisse aucune communication avec les chambres. Dans les nautiles fossiles le siphon est complétement calcaire et analogue à celui de la coquille de la spirule. Quand l'animal du Nautile monte ainsi à la surface de l'eau, il rampe sur les dernières couches du liquide, par la surface plane des deux tentacules supérieurs, comme nos planorbes ou nos lymnées rampent à la surface de l'eau; mais ces derniers se tiennent dans une position renversée, ce qui n'arrive pas au nautile: il ne se renverse que quand il rampe sur le sable. Je crois d'ailleurs que la grandeur de ce cartilage, et la puissance des muscles des deux valves de l'entonnoir qui s'y insèrent, prouvent que le nautile, comme nos poulpes, nage en rejetant avec force l'eau contenue dans la cavité respiratrice. La réaction du jet fait marcher l'animal en sens opposé.

» Il résulte donc de ce Mémoire, que j'ai ramené le Nautile à la condition générale des Céphalopodes, en démontrant que la tête n'est surmontée que de huit bras; que ce mollusque a l'organe de l'ouïe et l'organe de l'odorat distincts; que les nerfs de ces sens sortent de la portion renflée du système nerveux au-dessus de l'œsophage; que l'organe désigné par M. Owen comme siége de l'odorat devient une sorte de palpes, sans être toutefois l'organe spécial du goût, car on ne peut se refuser à le placer dans la portion charnue et papilleuse de la langue et des parties antérieures du pharynx, très bien décrit par M. Owen, et sur lequel je n'ai pas cru devoir revenir ici. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles recherches sur la Naphtaline; par* M. ROSSIGNON. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Magendie, Pelouze, Regnault.)

« Jusqu'à présent, dit M. Rossignon, la naphtaline, en raison de la difficulté qu'on éprouvait pour l'obtenir, était un produit fort cher (environ

5 francs le gros); aussi quand je me suis occupé de cette substance, mon premier soin a été de chercher un procédé économique de préparation. J'ai réussi à cet égard mieux que je n'aurais osé l'espérer, et par une opération fort simple je suis parvenu à obtenir de la naphtaline fort pure qui coûte moins de 3 francs la livre. Ce bas prix m'ayant fait songer à trouver des applications pour un produit qui, jusque là, n'était guère connu que comme nuisible (c'est à lui que le gaz d'éclairage doit en grande partie son odeur empyreumatique); au lieu d'essayer, comme on me le conseillait, d'enlever à la naphtaline cette odeur qui est extrêmement pénétrante, j'imaginai d'en profiter, supposant que cette odeur ne serait pas moins efficace que celle du camphre pour préserver de l'attaque des insectes les substances végétales ou animales. C'est, en effet, ce que l'expérience a pleinement confirmé. Mes essais ont eu de plus pour résultat de me faire reconnaître que ce n'est pas seulement pour les besoins de l'économie domestique, mais encore pour ceux de l'économie agricole qu'on peut tirer parti de cette propriété. En effet, le sang et la chair secs employés comme engrais deviennent quelquefois, dans les localités où l'on en fait usage, la proie des rats et des insectes; or, si l'on y ajoute une très petite quantité de naphtaline en poudre, ils sont mis à l'abri de ces attaques, et se décomposent lentement en suivant les progrès de la végétation. De plus, la naphtaline, comme je m'en suis assuré, jouit de la propriété de détruire le ver blanc, et le fait disparaître des localités qu'il affectionne, des plants de fraisiers, vignes, etc.

» En poursuivant mes recherches, je suis arrivé à un fait qui me semble curieux : c'est que la naphtaline mélangée avec partie égale de camphre, donne par la trituration dans un mortier un composé ayant la plus grande analogie avec un cérat, et fusible à la chaleur de la main. Cette propriété du composé est remarquable quand on se rappelle que les deux composants sont chacun séparément peu fusibles. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Notice sur les causes des vents ; par* M. GARRIGUES.

M. FAULCON prie l'Académie de vouloir bien lui désigner des Commissaires à l'examen desquels il puisse soumettre une *locomotive* de son invention, destinée à marcher sur les routes ordinaires, mais qui pourrait auss être employée sur les chemins de fer.

(Commission précédemment nommée pour des appareils analogues.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** écrit à l'Académie pour lui annoncer que d'après la demande qu'elle lui avait adressée, il a accordé à M. **Aimé**, professeur au Collége d'Alger, l'autorisation de se rendre à Paris pour s'y exercer à l'usage des nouveaux instruments destinés aux observations magnétiques qui vont se faire dans nos possessions d'Afrique, conformément au plan adopté par la Société royale de Londres.

M. **d'Hombres-Firmas** adresse une Note relative à des *observations barométriques* entreprises pour déterminer l'élévation de la ville de *Rodez* au-dessus du niveau de la mer. Ces observations ont été faites avec un excellent baromètre de Fortin comparé à ceux de l'Observatoire. Les observations partielles consignées dans la Note donnent des résultats qui ne diffèrent que très peu les uns des autres; et le résultat moyen, $630^m,08$ pour la hauteur du pavé de l'église, s'accorde à 16 centimètres près avec celle qu'avaient trouvée MM. les officiers d'état-major chargés de l'exécution de la Carte de France.

M. **Dujardin** adresse, de Lille, une réclamation de priorité relativement à l'*emploi de la vapeur pour éteindre les incendies.*

« On lit, dit M. Dujardin, dans la *Bibliothèque universelle* (mois de novembre 1840), que dès l'année 1837 M. Colladon, dans la description d'un brevet qu'il prit, conjointement avec MM. Picard et Duchesne, pour un nouveau système d'étuves, avait consigné la description d'un procédé pour éteindre les incendies au moyen de la vapeur. Il y a ici une erreur de dates, car il résulte du *Catalogue des brevets* (14^e Supplément, page 74), que c'est le 19 janvier 1838 que MM. Picard, Duchesne et Colladon ont fait la demande de leur brevet, lequel leur a été accordé dans le mois d'avril suivant. Or, si l'Académie veut bien se souvenir que je lui ai adressé, en date du 30 juin 1837, une Notice sur l'emploi de la vapeur pour éteindre les incendies, Notice qui a été mentionnée dans les *Comptes rendus,* elle jugera si j'ai des droits à la priorité d'une idée dont M. Fourneyron a fait récemment, à Amiens, une si heureuse application. »

La Note de M. Dujardin, présentée à la séance du 3 juillet 1837, est

mise de nouveau sous les yeux de l'Académie. On y remarque les passages suivants :

« ..... Les feux de cheminée sont les seuls contre lesquels on mette en » usage le second procédé indiqué, c'est-à-dire l'expulsion de l'oxigène » du foyer de l'incendie et son remplacement par un gaz impropre à la » combustion. On remplit l'indication en brûlant dans l'âtre de la chemi- » née du soufre ou un tas de paille un peu humide. L'acide sulfureux ou » la fumée noire et épaisse qui s'en élèvent chassent l'air atmosphérique du » tuyau de la cheminée et prennent sa place. L'incendie s'arrête en un » instant faute de la présence de son excitant naturel, l'oxigène.

» Nous proposons, pour chasser l'air atmosphérique d'un foyer d'incen- » die, un agent nouveau, *la vapeur*.

» Supposons d'abord le cas d'un feu de cheminée. Si le plus souvent il » suffit de faire monter dans le tuyau d'une cheminée une colonne de » gaz acide sulfureux, ou même simplement de fumée épaisse pour étein- » dre un incendie, il nous paraît plus que probable qu'on arriverait au » même résultat en lançant dans la cheminée une colonne de vapeur ca- » pable de remplir toute sa capacité. La vapeur aqueuse, tout aussi im- » propre à entretenir la combustion que l'acide sulfureux et les gaz qui » composent la fumée, aurait, selon nous, l'avantage de balayer plus » promptement et plus complétement l'air atmosphérique qui se trouve- » rait en contact avec la suie enflammée et d'arrêter plus sûrement l'in- » cendie.

» Supposons maintenant un incendie limité dans un ou deux apparte- » ments, une ou deux chambres, etc. Nous pensons encore que dans ce » cas on pourrait retirer les plus grands avantages de l'emploi de la va- » peur. En effet, en lançant par les portes et les fenêtres des pièces in- » cendiées des masses de vapeur proportionnées à la grandeur de ces » pièces, on chasserait en un instant tout ou presque tout l'air atmo- » sphérique qui se trouverait en contact avec les matières embrasées, et » l'incendie s'arrêterait comme par enchantement. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Annonce d'un procédé qui abrège considérablement le temps nécessaire pour la formation des images photographiques sur papier.* — Lettre de M. TALBOT à M. *Biot*.

« Je vous prie de me faire l'honneur d'annoncer à l'Académie, qu'au mois de septembre dernier, je découvris un moyen d'augmenter extrê-

mement la sensibilité des papiers impressionnables par la lumière. Cette augmentation n'est pas moindre de *cent fois ;* de sorte qu'il m'est possible maintenant de fixer les images de la chambre obscure avec une rapidité inespérée. Le moindre temps qui m'a paru suffisant à cet effet, a été jusqu'ici de *huit secondes*, c'est-à-dire, au mois d'octobre ; mais tout m'autorise à croire qu'au milieu de l'été il sera possible de le diminuer encore.

» La préparation des papiers s'effectue à la lumière d'une bougie, car la lumière du jour les détruit instantanément, lorsque même le ciel est tout couvert de nuages.

» D'après cela, on pourrait peut-être s'attendre que la fixation définitive du tableau fût difficile ou incertaine ; mais il en est tout le contraire, et cette opération réussit facilement.

» Je tarderai encore quelques mois à donner de la publicité aux moyens qui m'ont réussi à amener la *photographie sur papier* jusqu'au point où elle se trouve actuellement, la multiplicité des expériences ne me permettant pas de rassembler plus tôt leurs résultats définitifs. »

M. **Montaigne** écrit relativement à une Note lue à l'Académie des Sciences de Berlin, par M. Ehrenberg, sur deux espèces de la famille des Diatomocées, originaires du Pérou. « En 1837, dit M. Montaigne, je décrivis dans les *Annales des Sciences naturelles* ces deux espèces, sous les noms d'*Achnantes pachypus* et de *Trochiscia moniliformis*. M. Ehrenberg, à qui je les avais communiquées l'une et l'autre pendant son séjour à Paris, admet la deuxième espèce, mais fait remarquer, pour la seconde, qu'elle se rapproche surtout du genre Meloseira, et cependant il en fait le type d'un genre nouveau sons le nom de *Podoseira*. Je regrette que M. Ehrenberg n'ait pas eu occasion de consulter une publication plus récente (la *Florula boliviensis*) dans laquelle j'ai eu de nouveau occasion de m'occuper de cette espèce; il aurait vu que ses rapports avec le genre Meloseira ne m'avaient point échappé et que je l'avais décrite sous le nom de *Meloseira hormoïdes*, ce dernier genre possédant déjà une espèce désignée sous le nom dc *Moniliformis*. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur les propriétés de l'essence d'élémi; par* M. H. DEVILLE.

« Il a paru, dans le dernier numéro de la *Revue scientifique*, l'extrait d'un Mémoire de M. Steinhouse sur les essences d'oliban et d'élémi. Cette dernière, que j'ai étudiée à l'occasion d'un précédent travail soumis déjà à l'Académie, m'a présenté quelques propriétés différentes de celles que lui attribue M. Steinhouse. J'ai donc cru devoir entretenir l'Académie de mes résultats.

» Il existe plusieurs variétés de résine élémi qui diffèrent entre elles par leur consistance et la quantité de matières ligneuses mélangées accidentellement et intimement avec leur substance. La résine, en effet, est tantôt molle comme un miel épais, tantôt solide et dure, suivant l'intensité de l'altération que le contact de l'air lui a fait subir. On conçoit alors que les quantités d'essence d'élémi produites par la distillation de la résine doivent, comme le prouvent les nombres de M. Steinhouse, de M. de Bonastre et les miens, varier entre des limites assez étendues. Des résines de bonne qualité m'ont donné plus de 13 pour 100 d'essence.

» Après les purifications ordinaires, l'essence se présente comme un liquide incolore, d'une limpidité et d'une fluidité parfaites, et d'une odeur assez agréable. Sa densité est à 11°,5 de 0,849. Son indice de réfraction moyen est à 14° de 1,4719, c'est-à-dire le même que celui de l'essence de térébenthine et de la plupart de ses isomères.

» Elle dévie à gauche le plan de polarisation, et son pouvoir rotatoire, rapporté aux rayons moyens et à la longueur de 100^{mm}, est de —90,30. C'est, par conséquent, l'une des substances qui tournent le plus fortement à gauche.

» Son point d'ébullition, que j'ai trouvé d'une fixité remarquable (propriété que ne partagent pas toutes les essences), est situé à 174° du thermomètre à mercure.

» J'ai trouvé, comme M. Steinhouse, à l'essence d'élémi la composition des essences de térébenthine, de citron, etc. Sa densité de vapeur est aussi la même que celle de ces substances.

» Mais j'ai pu, contrairement à ce qu'a obtenu ce chimiste, obtenir deux camphres d'essence d'élémi: l'un solide et cristallisé, l'autre liquide. Tous les deux ont la même composition représentée par la formule

$C^{20}H^{16}$, Ch^2H^2 (*), c'est-à-dire qu'ils sont isomériques avec les camphres de citron.

» La quantité d'acide hydrochlorique qu'absorbe l'essence d'élémi est énorme, elle s'élève à 47,68 pour 100 du poids de l'essence, et, pour obtenir le camphre cristallisé, il faut continuer le courant de gaz jusqu'à ce qu'on ait dépassé de beaucoup le moment où la saturation paraît complète. Le camphre se dépose facilement après que l'excès d'acide s'est échappé au contact de l'air.

» La rotation du camphre solide est nulle, comme celle du camphre de citron, son isomère. »

M. **Fourcault** écrit qu'il poursuit ses expériences relativement aux accidents qui résultent des opérations par lesquelles on supprime mécaniquement la *transpiration cutanée* chez un animal. Il annonce qu'il va en faire de nouvelles sur des espèces de plus grande taille, et qu'il se propose de constater les changements physiques et chimiques qu'éprouvent les sécrétions et les excrétions chez les sujets soumis à l'expérience.

M. **Donné** adresse un *paquet cacheté* qu'il accompagne de la lettre suivante :

« J'aurai l'honneur de présenter à l'Académie, dans quelque temps, une histoire physiologique du sang, dans laquelle j'examinerai particulièrement l'origine et la fin des globules sanguins, ainsi que les principaux phénomènes que présente ce fluide; mais comme les faits résultant de mes expériences à ce sujet trouveront naturellement leur place dans mes cours d'observations microscopiques de cette année, et que je compte traiter cette question avec beaucoup de détail dans celui que je commence en ce moment, je desire prendre date relativement à quelques points principaux, dont les uns sont consignés dans le paquet cacheté que je dépose, et dont les autres vont être énoncés dans cette lettre :

(*) Les analyses de ces camphres et de l'essence d'élémi ont été faites par les nouveaux procédés et calculées avec le poids atomique du carbone déterminé récemment par MM. Dumas et Stas. Comme leurs résultats s'accordent d'une manière parfaite avec les formules que j'indique, il en faut conclure que la formule de l'essence de térébenthine et de ses isomères ne doit pas être changée par l'adoption de ce nouveau poids atomique.

» Je donnerai, 1° une nouvelle démonstration de l'état de la fibrine et des globules dans le sang, au moyen du traitement par le sulfate de soude, qui d'une part n'altère pas les propriétés essentielles de la fibrine et permet de suivre son mode de condensation, et de l'autre laisse également aux globulet la faculté de subir leurs plus importantes modifications, telles que celle de rougir au contact de l'air, etc.

» 2°. Je ferai connaître les conditions de la formation de la couenne, dont il faut tenir compte pour se rendre raison de ce phénomène dans les diverses circonstances où il se présente, savoir : 1° la densité du sang; 2° le temps que met ce liquide à se coaguler après sa sortie des vaisseaux; 3° la proportion et l'état de la fibrine.

» 3°. Enfin je montrerai le résultat de diverses sortes d'alimentation sur de jeunes animaux, l'action de la bile sur quelques substances alimentaires, etc. »

L'Académie accepte le dépôt du paquet cacheté adressé par M. Donné.

M. **Poiseuille** adresse un *paquet cacheté*.

Le dépôt en est accepté.

A 4 heures $\frac{3}{4}$ l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

F.

ERRATA.

(Séance du 11 janvier 1841.)

Dans quelques exemplaires seulement :

Page 91, ligne 6, *au lieu de* (4), *lisez* (9)
Page 93, ligne 12, *au lieu de* $k \sin \psi$, *lisez* $\cos \psi$
Page 96, ligne 23, *au lieu de* $T' - T$, *lisez* $T' - T + \Pi$
Page 97, ligne 11, *au lieu de* $\Lambda_1 \ldots \Lambda_2$, *lisez* $\Lambda_1 e^{\Pi\sqrt{-1}} \ldots \Lambda_2 e^{2\Pi\sqrt{-1}}$
Idem, ligne 12, *au lieu de* $\Lambda_1 \ldots \Lambda_2$, *lisez* $\Lambda_1 e^{-\Pi\sqrt{-1}} \ldots \Lambda_2 e^{-2\Pi\sqrt{-1}}$
Idem, ligne 17, *au lieu de* Λ_k, *lisez* $\Lambda_k e^{k\Pi\sqrt{-1}}$
Page 98, ligne 26, *au lieu de* le, *lisez* au
Page 99, ligne 1re, *au lieu de* celui, *lisez* à celui
Page 113, ligne 27, *au lieu de* $k'' = k_1 3 (1 + AT + A'T^2)$,
lisez $k'' = k_1 (1 + AT + A'T^2)$
Page 114, ligne 11, *au lieu de* $= k''_3 - k_1$, *lisez* $= k''_3 - k''_1$.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 2, in-4°.

Bulletin de la Société géologique de France; tome 11, 15 juin—11 septembre 1840, in-8°.

Société anatomique; 15e année, Bulletin n° 9, novembre 1840, in-8°.

Éloge de Nicolas Deyeux; 1840, in-8°.

Histoire naturelle des îles Canaries; 53e et 54e liv. in-4°.

Recherches anatomiques, pathologiques et thérapeutiques sur les Maladies des organes urinaires et génitaux; par M. A. MERCIER; in-8°.

Études sur l'anatomie et la physiologie des Végétaux; par M. LESTIBOUDOIS; in-8°.

Revue générale de l'Architecture et des Travaux publics; feuilles 42 à 49, in-4°.

Journal de Pharmacie et des Sciences accessoires; janvier 1841, in-8°.

Mémorial encyclopédique et progressif des Connaissances humaines; décembre 1840; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine, tome 6, 15 janvier 1841, in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; janvier 1841, in-8°.

L'Ami des Sourds-Muets; novembre 1840, in-8°.

Deuxième numéro, ou suite à l'ouvrage intitulé : *Nouveaux Moulins à vent; par* MM. PRÉCORBIN et LEGRIS; in-8° (autographié).

Sur la transformation des Variables dans les intégrales multiples; par M. CATALAN. (Extrait du tome XIV, 2e partie, des *Mémoires couronnés par l'Académie royale de Bruxelles.*) Année 1840, in-4°.

Annales de la Société des Sciences médicales et naturelles de Bruxelles; année 1840, 5e cahier, in-8°.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles, pour l'an 1841; *par* M. QUETELET; in-16.

Académie royale de Bruxelles. — Bulletin des séances; n^{os} 9, 10 et 11, in-8°.

Commentationes Societatis regiæ scientiarum Gottingensis recentiores; Gottingue, 1832; vol. 7, in-4°.

Die Wirbelthiere... *Les Animaux vertébrés de l'Europe; par* MM. KEYSERLING *et* BLASIUS; Brunswig, 1840, in-8°.

Calendario... *Calendrier géorgique de la Société royale d'Agriculture de Turin, pour l'année* 1839; Turin, 1839, in-8°.

Memorie.... *Mémoires de la Société royale d'Horticulture de Turin;* vol. XI; Turin, 1838; in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome 9, n° 3.

Gazette des Hôpitaux; n° 5—7.

L'Expérience, journal de Médecine, n° 185; in-8°.

La France industrielle; tome 14, janvier 1841; in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 JANVIER 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les variations séculaires des éléments elliptiques, dans le mouvement des planètes; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Soient

m, m' les masses de deux planètes,

r, r' les distances de ces planètes au centre du Soleil,

v leur distance mutuelle,

δ l'angle sur lequel la distance est vue du centre du Soleil.

» Soient encore, dans les ellipses osculatrices des courbes décrites par les planètes m, m',

p, p' les longitudes de ces planètes,

ψ, ψ' leurs anomalies excentriques,

T, T' leurs anomalies moyennes,

a, a' les demi-grands axes,
ε, ε' les excentricités,
ϖ, ϖ' les longitudes des périhélies.

» Si l'on nomme R la fonction perturbatrice relative à la planète m', on aura

$$(1) \qquad R = \frac{m'r\cos\delta}{r'^2} + \ldots - \frac{m'}{v} - \ldots,$$

la valeur de v^2 étant

$$(2) \qquad v^2 = r^2 - 2rr'\cos\delta + r'^2.$$

Cela posé, concevons que l'on se propose de calculer les variations séculaires des éléments elliptiques de la planète m, dues à l'action de la planète m'. Pour y parvenir, il faudra, dans les équations différentielles qui déterminent ces variations, substituer à la fonction R le premier terme du développement de

$$-\frac{m'}{v},$$

en une série ordonnée suivant les puissances entières des exponentielles

$$e^{T\sqrt{-1}}, \quad e^{T'\sqrt{-1}},$$

c'est-à-dire le terme de la série qui sera indépendant de ces exponentielles. On n'aura point à s'occuper du développement de

$$\frac{m'r\cos\delta}{r'^2},$$

puisque le premier terme de cet autre développement serait nul (page 94); et comme on a d'ailleurs

$$-\frac{m'}{v} = -m' \times \frac{1}{v},$$

la question se réduira simplement à la recherche du premier terme de la série qui représente le développement du rapport

$$\frac{1}{v},$$

suivant les puissances entières des exponentielles

$$e^{T\sqrt{-1}}, \quad e^{T'\sqrt{-1}}.$$

Donc, en vertu d'un théorème précédemment établi (page 90), la question pourra encore se réduire à la recherche du premier terme de la série qui représentera le développement du produit

$$\frac{1}{v}(1 - \varepsilon \cos \psi)(1 - \varepsilon' \cos \psi'),$$

suivant les puissances entières des exponentielles

$$e^{\psi\sqrt{-1}}, \quad e^{\psi\sqrt{-1}}.$$

» En nommant I l'inclinaison mutuelle des orbites des planètes m, m', et prenant

$$\mu = \cos^2 \frac{I}{2}, \quad \nu = \sin \frac{I}{2},$$

on a, comme nous l'avons remarqué (page 87),

$$(3) \quad \cos \delta = \mu \cos(p' - \varpi' - p + \varpi - \Pi) + \nu \cos(p' - \varpi' + p - \varpi + \Phi),$$

Π, Φ désignant deux constantes qui dépendent des positions de ces mêmes plans. D'autre part, si, en raison de la petitesse des excentricités et des inclinaisons, on pose dans une première approximation,

$$\mu = 1, \quad \nu = 0, \quad r = a, \quad r' = a', \quad p - \varpi = \psi, \quad p' - \varpi' = \psi;$$

on verra, par suite, la formule (3) se réduire à

$$\cos \delta = \cos(\psi' - \psi + \Pi),$$

et l'équation (2) à la suivante

$$v^2 = (2aa')[\lambda - \cos(\psi' - \psi + \Pi)],$$

la valeur de λ étant

$$\lambda = \frac{1}{2}\left(\frac{a'}{a} + \frac{a}{a'}\right).$$

Donc, en posant pour abréger

$$\Lambda = [\lambda - \cos(\psi' - \psi + \Pi)]^{-\frac{1}{2}},$$

on aura, dans une première approximation,

$$(4) \qquad \frac{1}{v} = (2aa')^{-\frac{1}{2}}\Lambda.$$

Si, au contraire, l'on veut calculer avec exactitude la valeur du rapport $\frac{1}{v}$, on pourra supposer

$$v^2 = (2aa')\,[\lambda - \cos(\psi' - \psi + \Pi) + \varepsilon],$$

et l'on trouvera par suite

$$\frac{1}{v} = (2aa')^{-\frac{1}{2}}[\lambda - \cos(\psi' - \psi + \Pi) + \varepsilon]^{-\frac{1}{2}},$$

ou, ce qui revient au même,

$$(5) \qquad \frac{1}{v} = (2aa')^{-\frac{1}{2}} \sum \frac{\varepsilon^l}{1.2\ldots l} D_\lambda^l \Lambda,$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières nulles ou positives de l. Alors ε sera généralement une quantité très petite, déterminée par la formule

$$(6) \qquad \varepsilon = \tfrac{1}{2}\frac{a}{a'}\left(\frac{r^2}{a^2} - 1\right) + \tfrac{1}{2}\frac{a'}{a}\left(\frac{r'^2}{a'^2} - 1\right) - \frac{rr'}{aa'}\cos\delta + \cos(\psi' - \psi + \Pi);$$

et, comme on aura

$$(7) \quad \frac{1}{v}(1 - \epsilon\cos\psi)(1 - \epsilon'\cos\psi') = \sum \frac{\varepsilon^l}{1.2\ldots l}(1 - \epsilon\cos\psi)(1 - \epsilon'\cos\psi') D_\lambda^l \Lambda,$$

la recherche du premier terme du développement du produit

$$\frac{1}{v}(1 - \epsilon\cos\psi)\,(1 - \epsilon'\cos\psi'),$$

en une série ordonnée suivant les puissances entières des exponentielles

$$e^{\psi\sqrt{-1}}, \quad e^{\psi'\sqrt{-1}},$$

se trouvera évidemment ramenée à la recherche du premier terme du développement du produit

$$(8)\qquad \frac{8^l}{1.2\ldots l}(1-\varepsilon\cos\psi)(1-\varepsilon'\cos\psi')\mathrm{D}_\lambda^l\Lambda,$$

en une semblable série. Cette dernière question est celle dont nous allons maintenant nous occuper.

» La quantité

$$\Lambda = [\lambda - \cos(\psi' - \psi + \Pi)]^{-\frac{1}{2}},$$

qui dépend de la différence $\psi' - \psi$, peut être présentée sous la forme

$$(9)\qquad \Lambda = \Sigma \Lambda_n e^{n(\psi' - \psi + \Pi)\sqrt{-1}},$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières, nulle ou positives de n, et le coefficient Λ_n désignant une fonction déterminée de n, λ, qui satisfait à la condition

$$(10)\qquad \Lambda_{-n} = \Lambda_n.$$

Supposons maintenant que, le produit

$$\frac{8^l}{1.2\ldots l}(1-\varepsilon\cos\psi)(1-\varepsilon'\cos\psi')$$

étant développé suivant les puissances entières des exponentielles

$$e^{\psi\sqrt{-1}},\quad e^{\psi'\sqrt{-1}},$$

on nomme

$$v = \mathrm{f}(\psi - \psi')$$

la partie du développement qui dépendra uniquement de l'angle $\psi' - \psi$ ou $\psi - \psi'$. Le terme constant de la série double qui représentera le développement du produit (8) suivant les puissances entières des mêmes exponentielles, sera encore évidemment le terme constant de la série simple qui représentera le développement du produit

$$v\mathrm{D}_\lambda^l\Delta$$

suivant les puissances entières de la seule exponentielle

$$e^{(\psi'-\psi)\sqrt{-1}}.$$

D'ailleurs, si, après avoir développé la fonction

$$\upsilon \quad \text{ou} \quad \upsilon^{1}$$

en série ordonnée suivant les puissances entières des exponentielles

$$e^{\psi\sqrt{-1}}, \qquad e^{\psi'\sqrt{-1}},$$

on désigne, dans le développement, par

$$\upsilon_n e^{n\psi\sqrt{-1}}, \quad \text{ou par} \quad \upsilon_n^{(1)} e^{n\psi\sqrt{-1}}$$

la somme des termes où ces puissances offriront des degrés dont l'addition reproduira le nombre n, alors de la formule

$$\upsilon = \Sigma\, \upsilon_n e^{n\psi\sqrt{-1}}, \tag{11}$$

ou

$$\upsilon^{1}_{n} = \Sigma\, \upsilon_n^{(1)} e^{n\psi\sqrt{-1}}, \tag{12}$$

jointes à l'équation identique

$$\left\{\begin{aligned} &(1-\varepsilon\cos\psi)\;(1-\varepsilon'\cos\psi') = 1 + \frac{\varepsilon\varepsilon'}{2}\cos(\psi'-\psi) \\ &-\left(\frac{\varepsilon}{2}e^{-\psi\sqrt{-1}} + \frac{\varepsilon'}{2}e^{-\psi'\sqrt{-1}}\right) + \frac{\varepsilon\varepsilon'}{4}e^{-(\psi+\psi')\sqrt{-1}} \\ &-\left(\frac{\varepsilon}{2}e^{\psi\sqrt{-1}} + \frac{\varepsilon'}{2}e^{-\psi'\sqrt{-1}}\right) + \frac{\varepsilon\varepsilon'}{4}e^{(\psi+\psi')\sqrt{-1}}, \end{aligned}\right. \tag{13}$$

on tirera

$$\begin{aligned} \upsilon = {}& \upsilon_0\left[1 + \frac{\varepsilon\varepsilon'}{2}\cos(\psi'-\psi)\right] \\ &-\upsilon_1\left(\frac{\varepsilon}{2}e^{-\psi\sqrt{-1}} + \frac{\varepsilon'}{2}e^{-\psi'\sqrt{-1}}\right) + \frac{\varepsilon\varepsilon'}{4}\upsilon_2\, e^{-(\psi+\psi')\sqrt{-1}} \\ &-\upsilon_{-1}\left(\frac{\varepsilon}{2}e^{\psi\sqrt{-1}} + \frac{\varepsilon'}{2}e^{\psi'\sqrt{-1}}\right) + \frac{\varepsilon\varepsilon'}{4}\upsilon_{-2}\, e^{(\psi+\psi')\sqrt{-1}}, \end{aligned}$$

et plus généralement

$$(14)\quad v = \frac{1}{1.2\ldots l}\left\{\begin{array}{l} \qquad\qquad s_0^{(l)}\left[1 + \frac{\varepsilon\varepsilon'}{2}\cos(\psi' - \psi)\right] \\ - s_1^{(l)}\left(\frac{\varepsilon}{2}e^{-\psi\sqrt{-1}} + \frac{\varepsilon'}{2}e^{-\psi'\sqrt{-1}}\right) + s_2^{(l)}\frac{\varepsilon\varepsilon'}{4}e^{-(\psi+\psi')\sqrt{-1}} \\ - s_{-1}^{(l)}\left(\frac{\varepsilon}{2}e^{\psi\sqrt{-1}} + \frac{\varepsilon'}{2}e^{\psi'\sqrt{-1}}\right) + s_{-2}^{(l)}\frac{\varepsilon\varepsilon'}{4}e^{(\psi+\psi')\sqrt{-1}}. \end{array}\right.$$

D'autre part, comme, en posant

$$x = (1 - \varepsilon^2)^{\frac{1}{2}}, \qquad x' = (1 - \varepsilon'^2)^{\frac{1}{2}},$$

on aura dans la formule (6) [voir les pages 86 et 87],

$$(15)\qquad \frac{r}{a} = 1 + \varepsilon\cos\psi, \qquad \frac{r'}{a'} = 1 + \varepsilon\cos\psi',$$

$$(16)\quad \left\{\begin{array}{l} \qquad\qquad \frac{rr'}{aa'}\cos\delta = \\ \frac{1}{2}\mu\left\{\begin{array}{l} e^{\Pi\sqrt{-1}}(\cos\psi' - \varepsilon' + x'\sin\psi'\sqrt{-1})(\cos\psi - \varepsilon - x\sin\psi\sqrt{-1}) \\ + e^{-\Pi\sqrt{-1}}(\cos\psi' - \varepsilon' - x'\sin\psi'\sqrt{-1})(\cos\psi - \varepsilon + x\sin\psi\sqrt{-1}) \end{array}\right. \\ + \frac{1}{2}\nu\left\{\begin{array}{l} e^{\Phi\sqrt{-1}}(\cos\psi' - \varepsilon' + x'\sin\psi'\sqrt{-1})(\cos\psi - \varepsilon + x\sin\psi\sqrt{-1}) \\ + e^{-\Phi\sqrt{-1}}(\cos\psi' - \varepsilon' - x'\sin\psi'\sqrt{-1})(\cos\psi - \varepsilon - x\sin\psi\sqrt{-1}), \end{array}\right. \end{array}\right.$$

la formule (11) pourra être réduite à

$$(17)\quad s = s_{-2}e^{-2\psi\sqrt{-1}} + s_{-1}e^{-\psi\sqrt{-1}} + s_0 + s_1 e^{\psi\sqrt{-1}} + s_2 e^{2\psi\sqrt{-1}},$$

les valeurs de

$$s_{-2},\quad s_{-1},\quad s_0,\quad s_1,\quad s_2$$

étant déterminées par des équations de la forme

$$(18)\quad \left\{\begin{array}{l} s_{-1} = s_{-1,0} + s_{0,-1}e^{(\psi-\psi')\sqrt{-1}}, \\ s_1 = s_{1,0} + s_{0,1}e^{(\psi'-\psi)\sqrt{-1}}, \end{array}\right.$$

$$(19)\quad \left\{\begin{array}{l} s_{-2} = s_{-2,0} + s_{-1,-1}e^{(\psi-\psi')\sqrt{-1}} + s_{0,-2}e^{2(\psi-\psi')\sqrt{-1}}, \\ s_0 = s_{0,0} + s_{1,-1}e^{(\psi-\psi')\sqrt{-1}} + s_{-1,1}e^{(\psi'-\psi)\sqrt{-1}}, \\ s_2 = s_{2,0} + s_{1,1}e^{(\psi'-\psi)\sqrt{-1}} + s_{0,2}e^{2(\psi'-\psi)\sqrt{-1}}, \end{array}\right.$$

et $\mathfrak{v}_{n,n'}$ représentant généralement, dans le développement fini de la fonction $\mathfrak{v}$, le coefficient de l'exponentielle

$$e^{(n\psi + n'\psi')\sqrt{-1}}.$$

Or de cette définition de $\mathfrak{v}_{n,n'}$, jointe aux formules (6), (15) et (16), il résulte immédiatement que, si l'on pose, pour abréger,

$$(20)\quad \begin{cases} \mathcal{A} = \mu\cos\Pi + \nu\cos\Phi, & \mathcal{D} = \mu\cos\Pi - \nu\cos\Phi, \\ \mathcal{B} = -\mu\sin\Pi - \nu\sin\Phi, & \mathcal{E} = \mu\sin\Pi - \nu\sin\Phi, \end{cases}$$

l'on aura

$$(21)\quad \begin{cases} \mathfrak{v}_{-1,0} = \frac{1}{2}\left(\mathcal{A}\varepsilon' - \frac{a}{a'}\varepsilon + \mathcal{E}\chi\varepsilon'\sqrt{-1}\right), & \mathfrak{v}_{1,0} = \frac{1}{2}\left(\mathcal{A}\varepsilon' - \frac{a}{a_{,}}\varepsilon - \mathcal{E}\chi\varepsilon'\sqrt{-1}\right), \\ \mathfrak{v}_{0,-1} = \frac{1}{2}\left(\mathcal{A}\varepsilon - \frac{a'}{a}\varepsilon' + \mathcal{B}\chi'\varepsilon\sqrt{-1}\right), & \mathfrak{v}_{0,1} = \frac{1}{2}\left(\mathcal{A}\varepsilon - \frac{a'}{a}\varepsilon' + \mathcal{B}\chi'\varepsilon\sqrt{-1}\right); \end{cases}$$

$$(22)\quad \begin{cases} \mathfrak{v}_{0,0} = \frac{1}{4}\left(\frac{a}{a'}\varepsilon^2 + \frac{a'}{a}\varepsilon'^2\right) - \mathcal{A}\varepsilon\varepsilon', \\ \mathfrak{v}_{-2,0} = \mathfrak{v}_{2,0} = \frac{1}{8}\frac{a}{a'}\varepsilon^2, \quad \mathfrak{v}_{0,-2} = \mathfrak{v}_{0,2} = \frac{1}{8}\frac{a'}{a}\varepsilon'^2; \end{cases}$$

$$(23)\quad \begin{cases} \mathfrak{v}_{-1,-1} = -\frac{1}{4}\left[\mathcal{A} - \mathcal{D}\chi\chi' + (\mathcal{B}\chi' + \mathcal{E}\chi)\sqrt{-1}\right], \\ \mathfrak{v}_{1,1} = -\frac{1}{4}\left[\mathcal{A} - \mathcal{D}\chi\chi' - (\mathcal{B}\chi' + \mathcal{E}\chi)\sqrt{-1}\right]; \end{cases}$$

$$(24)\quad \begin{cases} \mathfrak{v}_{-1,1} = -\frac{1}{4}\left[\mathcal{A} + \mathcal{D}\chi\chi' - (\mathcal{B}\chi' - \mathcal{E}\chi)\sqrt{-1} - 2e^{\Pi\sqrt{-1}}\right], \\ \mathfrak{v}_{1,-1} = -\frac{1}{4}\left[\mathcal{A} + \mathcal{D}\chi\chi' + (\mathcal{B}\chi' - \mathcal{E}\chi)\sqrt{-1} - 2e^{-\Pi\sqrt{-1}}\right]. \end{cases}$$

Les valeurs des coefficients

$$\mathfrak{v}_{-2}, \quad \mathfrak{v}_{-1}, \quad \mathfrak{v}_0, \quad \mathfrak{v}_1, \quad \mathfrak{v}_2,$$

ou les diverses valeurs de $\mathfrak{v}_n$, étant déterminées par les formules qui précèdent, on tirera aisément les diverses valeurs de

$$\mathfrak{v}_n^{(2)}, \quad \mathfrak{v}_n^{(3)}, \quad \mathfrak{v}_n^{(4)}, \ldots$$

de l'équation (17), en élevant successivement les deux membres à la se-

conde, à la troisième, à la quatrième puissance.... On trouvera par exemple,

$$\frac{1}{2}\vartheta_0^{(2)} = \frac{1}{2}\vartheta_0^2 + \vartheta_1\vartheta_{-1} + \vartheta_2\vartheta_{-2},$$

$$\frac{1}{2}\vartheta_{-1}^{(2)} = \vartheta_0\,\vartheta_{-1} + \vartheta_1\,\vartheta_{-2}, \qquad \frac{1}{2}\vartheta_{-2}^{(2)} = \frac{1}{2}\vartheta_{-1}^2 + \vartheta_0\,\vartheta_{-2},$$

$$\frac{1}{2}\vartheta_1^{(2)} = \vartheta_0\,\vartheta_1 + \vartheta_{-1}\,\vartheta_2, \qquad \frac{1}{2}\vartheta_2^{(2)} = \frac{1}{2}\vartheta_1^2 + \vartheta_0\,\vartheta_2,$$

$$\frac{1}{2.3}\vartheta_0^{(3)} = \frac{1}{6}\vartheta_0^3 + \frac{1}{2}\vartheta_{-1}^2\vartheta_2 + \frac{1}{2}\vartheta_1^2\vartheta_{-2} + \vartheta_0\vartheta_1\vartheta_{-1} + \vartheta_0\vartheta_2\vartheta_{-2},$$

etc.

Enfin, les diverses valeurs de $\vartheta_n^{(l)}$ étant ainsi obtenues, puis substituées dans le second membre de l'équation (14), il deviendra facile de trouver la partie du produit

$$\upsilon \mathrm{D}_\lambda^l \Lambda$$

qui représentera le premier terme du développement de ce produit suivant les puissances entières de l'exponentielle

$$e^{(\psi'-\psi)\sqrt{-1}};$$

et l'on pourra employer utilement dans cette recherche les formules connues d'interpolation, ou, ce qui revient au même, celles que nous indiquerons tout-à-l'heure.

» Concevons, pour fixer les idées, que, les excentricités ε, ε' et l'inclinaison I étant considérées comme des quantités très petites du premier ordre, on veuille négliger dans le développement de R les termes d'un ordre supérieur au quatrième. Comme on trouverait, en négligeant les termes de second ordre,

$$\nu = 0, \quad \mu = 1, \quad x = 1, \quad x' = 1, \quad \mathcal{A} = \mathcal{D} = \cos\Pi, \quad \mathcal{C} = -\mathcal{B} = \sin\Pi,$$

et par suite

$$\vartheta_{-1,-1} = \vartheta_{1,1} = \vartheta_{-1,1} = \vartheta_{1,-1} = 0,$$

il est clair que les quatre coefficients

$$\vartheta_{-1,-1}, \quad \vartheta_{1,1}, \quad \vartheta_{-1,1}, \quad \vartheta_{1,-1}$$

seront du second ordre, aussi bien que les coefficients

$$\text{ȣ}_{-2,0} = \text{ȣ}_{2,0}, \quad \text{ȣ}_{0,0}, \quad \text{ȣ}_{0,-2} = \text{ȣ}_{0,2}.$$

Donc, par suite, en vertu des formules (19),

$$\text{ȣ}_{-2}, \quad \text{ȣ}_0, \quad \text{ȣ}_2$$

seront du second ordre, tandis que

$$\text{ȣ}_{-1}, \quad \text{ȣ}_1$$

seront du premier ordre avec les coefficients $\text{ȣ}_{-1,0}$, $\text{ȣ}_{1,0}$, $\text{ȣ}_{0,-1}$, $\text{ȣ}_{0,1}$. Cela posé, faisons, pour plus de commodité,

$$\text{ȣ} = \rho + \varsigma, \tag{25}$$

les valeurs de ρ et de ς étant

$$\left\{\begin{aligned} \rho &= \text{ȣ}_{-1} e^{-\psi\sqrt{-1}} + \text{ȣ}_1 e^{\psi\sqrt{-1}}, \\ \varsigma &= \text{ȣ}_{-2} e^{-2\psi\sqrt{-1}} + \text{ȣ}_0 + \text{ȣ}_2 e^{2\psi\sqrt{-1}}. \end{aligned}\right. \tag{26}$$

Les deux fonctions ρ, ς seront, la première une quantité du premier ordre, la seconde une quantité du second ordre; et les valeurs de ces deux fonctions se réduiront à

$$\left\{\begin{aligned} \rho = {} & \left(\mathcal{A}\varepsilon' - \frac{a}{a'}\varepsilon\right)\cos\psi + \mathcal{C}\varkappa\varepsilon'\sin\psi \\ & + \left(\mathcal{A}\varepsilon - \frac{a'}{a}\varepsilon'\right)\cos\psi' + \mathcal{B}\varkappa'\varepsilon\sin\psi', \\ \varsigma = {} & \tfrac{1}{2}\left(\frac{a}{a'}\varepsilon^2\cos^2\psi + \frac{a'}{a}\varepsilon'^2\cos^2\psi'\right) - \mathcal{A}\varepsilon\varepsilon' + \cos(\psi' - \psi + \Pi), \\ & -(\mathcal{A}\cos\psi\cos\psi' + \mathcal{B}\varkappa'\sin\psi'\cos\psi + \mathcal{C}\varkappa\sin\psi\cos\psi' + \mathcal{D}\varkappa\varkappa'\sin\psi\sin\psi'). \end{aligned}\right. \tag{27}$$

D'ailleurs, en négligeant les quantités d'un ordre supérieur au quatrième, on tirera successivement de l'équation (25)

$$\begin{aligned} \text{ȣ}^2 &= \rho^2 + 2\rho\varsigma + \varsigma^2, \\ \text{ȣ}^3 &= \rho^3 + 3\rho^2\varsigma, \\ \text{ȣ}^4 &= \rho^4; \end{aligned}$$

et par suite, eu égard aux formules (13) et (26), on trouvera, pour $l = 1$,

$$(28)\quad \begin{aligned} \upsilon = \theta_0\Big[\Big(1+\frac{\varepsilon\varepsilon'}{2}\cos(\psi'-\psi)\Big)\Big] \\ -\frac{1}{2}\Big[\theta_1\Big(\varepsilon+\varepsilon' e^{(\psi-\psi')\sqrt{-1}}\Big)+\theta_{-1}\Big(\varepsilon+\varepsilon' e^{(\psi'-\psi)\sqrt{-1}}\Big)\Big] \\ +\frac{\varepsilon\varepsilon'}{4}\Big(\theta_2 e^{(\psi-\psi')\sqrt{-1}}+\theta_{-2}\, e^{(\psi'-\psi)\sqrt{-1}}\Big); \end{aligned}$$

pour $l = 2$,

$$(29)\quad \begin{aligned} \upsilon = \frac{1}{2}\theta_0^2+\theta_1\theta_{-1}\Big(1+\frac{\varepsilon\varepsilon'}{2}(\cos\psi'-\psi)\Big)+\theta_2\theta_{-2} \\ -\frac{1}{2}\Big[(\theta_0\theta_1+\theta_{-1}\theta_2)\Big(\varepsilon+\varepsilon' e^{(\psi-\psi')\sqrt{-1}}\Big)+(\theta_0\theta_{-1}+\theta_1\theta_{-2})\Big(\varepsilon+\varepsilon' e^{(\psi'-\psi)\sqrt{-1}}\Big)\Big] \\ +\frac{\varepsilon\varepsilon'}{4}\Big(\theta_1^2 e^{(\psi-\psi')\sqrt{-1}}+\theta_{-1}^2 e^{(\psi'-\psi)\sqrt{-1}}\Big); \end{aligned}$$

pour $l = 3$,

$$(30)\quad \begin{aligned} \upsilon = \frac{1}{2}\theta_{-1}^2\theta_2+\theta_0\theta_1\theta_{-1}+\frac{1}{2}\theta_1^2\theta_{-2}, \\ -\frac{1}{4}\theta_1\theta_{-1}\Big[\theta_1\Big(\varepsilon+\varepsilon' e^{(\psi-\psi')\sqrt{-1}}\Big)+\theta_{-1}\Big(\varepsilon+\varepsilon' e^{(\psi'-\psi)\sqrt{-1}}\Big)\Big]; \end{aligned}$$

pour $l = 4$,

$$(31)\quad \upsilon = \frac{1}{4}\theta_1^2\theta_{-1}^2.$$

Des équations (28), (29), (30), (31), jointes aux formules (18) et (19), il résulte que, dans le cas où l'on néglige les quantités d'un ordre supérieur au quatrième, υ se réduit à une fonction entière de l'exponentielle

$$e^{(\psi'-\psi)\sqrt{-1}},$$

et même à une fonction entière qui renferme seulement les puissances de cette exponentielle, dont les degrés sont représentés par les cinq quantités

$$-2,\quad -1,\quad 0,\quad 1,\quad 2.$$

On aura donc alors

$$(32)\quad \upsilon = \upsilon_{-2}e^{2(\psi-\psi')\sqrt{-1}}+\upsilon_{-1}e^{(\psi-\psi')\sqrt{-1}}+\upsilon_0+\upsilon_1 e^{(\psi'-\psi)\sqrt{-1}}+\upsilon_2 e^{2(\psi'-\psi)\sqrt{-1}},$$

v_{-2}, v_{-1}, v_0, v_1, v_2 désignant des coefficients constants; et, en vertu de l'équation (32) jointe à la formule (9), le terme constant de la série qui représente le développement du produit

$$v D_\lambda^l \Lambda,$$

suivant les puissances entières de $e^{(\psi'-\psi)\sqrt{-1}}$, sera

$$(33) \quad \left\{ \begin{array}{l} v_0 D_\lambda^l \Lambda_0 + \left(v_1 e^{-\Pi\sqrt{-1}} + v_{-1} e^{\Pi\sqrt{-1}}\right) D_\lambda^l \Lambda_1 \\ \qquad\qquad + \left(v_2 e^{-2\Pi\sqrt{-1}} + v_{-2} e^{2\Pi\sqrt{-1}}\right) D_\lambda^l \Lambda_2. \end{array} \right.$$

D'autre part, si l'on pose, pour plus de commodité,

$$v = f(\psi - \psi'),$$

on tirera successivement de la formule (32)

$$f(\psi) = v_{-2} e^{2\psi\sqrt{-1}} + v_{-1} e^{\psi\sqrt{-1}} + v_0 + v_1 e^{-\psi\sqrt{-1}} + v_2 e^{-2\psi\sqrt{-1}},$$
$$f(\psi + \pi) = v_{-2} e^{2\psi\sqrt{-1}} - v_{-1} e^{\psi\sqrt{-1}} + v_0 - v_1 e^{-\psi\sqrt{-1}} + v_2 e^{-2\psi\sqrt{-1}},$$

par conséquent

$$(34) \quad \left\{ \begin{array}{l} v_{-1} e^{\psi\sqrt{-1}} + v_1 e^{\psi\sqrt{-1}} = \dfrac{f(\psi) - f(\psi+\pi)}{2}, \\ v_{-2} e^{2\psi\sqrt{-1}} + v_0 + v_2 e^{-2\psi\sqrt{-1}} = \dfrac{f(\psi) + f(\psi+\pi)}{2}; \end{array} \right.$$

puis, en remplaçant, dans la dernière des formules (34), ψ par $\psi + \frac{\pi}{2}$, on trouvera

$$- v_{-2} e^{2\psi\sqrt{-1}} + v_0 - v_2 e^{-2\psi\sqrt{-1}} = \frac{f\left(\psi + \frac{\pi}{2}\right) + f\left(\psi + \frac{3\pi}{2}\right)}{2},$$

et par suite

$$(35)\quad \begin{cases} v_0 = \dfrac{f(\psi)+f(\psi+\pi)+f\left(\psi+\frac{\pi}{2}\right)+f\left(\psi+\frac{3\pi}{2}\right)}{4}, \\ v_{-2}e^{2\psi\sqrt{-1}}+v_2 e^{-2\psi\sqrt{-1}} = \dfrac{f(\psi)+f(\psi+\pi)-f\left(\psi+\frac{\pi}{2}\right)-f\left(\psi+\frac{3\pi}{2}\right)}{4}. \end{cases}$$

Donc, en remplaçant ψ par Π, et tenant compte de l'équation identique

$$f\left(\psi+\frac{3\pi}{2}\right)=f\left(\psi-\frac{\pi}{2}\right),$$

on trouvera définitivement

$$v_0 = \frac{f(\Pi)+f(\Pi+\pi)+f\left(\Pi+\frac{\pi}{2}\right)+f\left(\Pi-\frac{\pi}{2}\right)}{4},$$

$$v_{-1}e^{\Pi\sqrt{-1}}+v_1 e^{-\Pi\sqrt{-1}} = \frac{f(\Pi)-f(\Pi+\pi)}{2},$$

$$v_{-2}e^{2\Pi\sqrt{-1}}+v_2 e^{-2\Pi\sqrt{-1}} = \frac{f(\Pi)+f(\Pi+\pi)-f\left(\Pi+\frac{\pi}{2}\right)-f\left(\Pi-\frac{\pi}{2}\right)}{4};$$

et l'expression (33), ou le terme constant de la série qui représente le développement du produit

$$v\,D_\lambda^1 \Lambda$$

suivant les puissances entières de $e^{(\psi'-\psi)\sqrt{-1}}$, sera égal à

$$(36)\quad \begin{cases} \frac{1}{4} f(\Pi)\,D_\lambda^1(\Lambda_0+2\Lambda_1+\Lambda_2)+\frac{1}{4} f(\Pi+\pi)\,D_\lambda^1(\Lambda_0-2\Lambda_1+\Lambda_2) \\ \qquad +\frac{1}{4}\left[f\left(\Pi+\frac{\pi}{2}\right)+f\left(\Pi-\frac{\pi}{2}\right)\right]D_\lambda^1(\Lambda_0-\Lambda_2). \end{cases}$$

» En terminant cet article nous ferons observer que, dans les formules (28), (29), (30), (31), on pourrait exprimer les coefficients

$$\varpi_{-2},\ \varpi_{-1},\ \varpi_0,\ \varpi_1,\ \varpi_2,$$

à l'aide des valeurs diverses des fonctions ρ et ς. En effet, si l'on désigne

par

$$\rho_\alpha, \quad \varsigma_\alpha,$$

ce que deviennent les fonctions

$$\rho, \quad \varsigma,$$

quand on y remplace simultanément

$$\psi \text{ et } \psi'$$

par

$$\psi + \alpha \quad \text{et} \quad \psi' + \alpha',$$

on aura identiquement

$$\rho = \rho_0, \quad \varsigma = \varsigma_0;$$

et par des raisonnements semblables à ceux qui ont fourni les équations (34), (35), on tirera de la première des formules (26)

$$s_1\, e^{\psi\sqrt{-1}} = \frac{\rho_0 - \rho_{\frac{\pi}{2}}\sqrt{-1}}{2}, \quad s_{-1}\, e^{-\psi\sqrt{-1}} = \frac{\rho_0 + \rho_{\frac{\pi}{2}}\sqrt{-1}}{2},$$

et de la seconde

$$s_0 = \frac{\varsigma_0 + \varsigma_{\frac{\pi}{2}}}{2},$$

$$s_2\, e^{2\psi\sqrt{-1}} = \frac{\varsigma_0 - \varsigma_{\frac{\pi}{2}} - \left(\varsigma_{\frac{\pi}{4}} - \varsigma_{\frac{3\pi}{4}}\right)\sqrt{-1}}{4}, \quad s_{-2}\, e^{-2\psi\sqrt{-1}} = \frac{\varsigma_0 - \varsigma_{\frac{\pi}{2}} + \left(\varsigma_{\frac{\pi}{4}} - \varsigma_{\frac{3\pi}{4}}\right)\sqrt{-1}}{4}.$$

De ces dernières formules, jointes aux équations (28), (29), (30), (31), on conclura, pour $l = 1$,

$$\begin{aligned} f(\psi - \psi') = {} & \frac{1}{2}\left(\varsigma_0 + \varsigma_{\frac{\pi}{2}}\right)\left[1 + \frac{\iota\iota'}{2}\cos(\psi' - \psi)\right] \\ & - \frac{1}{2}\left[\rho_0(\iota\cos\psi + \iota'\cos\psi') - \rho_{\frac{\pi}{2}}(\iota\sin\psi + \iota'\sin\psi')\right] \\ & + \frac{1}{2}\frac{\iota\iota'}{4}\left[\left(\varsigma_0 - \varsigma_{\frac{\pi}{2}}\right)\cos(\psi + \psi') - \left(\varsigma_{\frac{\pi}{4}} - \varsigma_{\frac{3\pi}{4}}\right)\sin(\psi + \psi')\right] \\ & \text{etc.}; \end{aligned}$$

puis, en posant

$$\psi' = -\psi,$$

ce qui réduira

$$\rho_0, \quad \rho_{\frac{\pi}{2}}, \quad \varsigma'_0, \quad \varsigma_{\frac{\pi}{2}}, \quad \varsigma_{\frac{\pi}{4}}, \quad \varsigma_{\frac{3\pi}{4}}$$

à des fonctions de ψ, on trouvera simplement, pour $l = 1$,

$$(37) \left\{ \begin{aligned} f(2\psi) = {} & \tfrac{1}{2}\left(\varsigma_0 + \varsigma_{\frac{\pi}{2}}\right)\left(1 + \tfrac{\varepsilon\varepsilon'}{2}\cos 2\psi\right) \\ & - \tfrac{1}{2}\left[(\varepsilon + \varepsilon')\,\rho_0 \cos\psi - (\varepsilon - \varepsilon')\,\rho_{\frac{\pi}{2}} \sin\psi\right] \\ & + \tfrac{1}{2}\left(\varsigma_0 - \varsigma_{\frac{\pi}{2}}\right)\tfrac{\varepsilon\varepsilon'}{4}; \end{aligned} \right.$$

pour $l = 2$,

$$(38) \left\{ \begin{aligned} f(2\psi) = {} & \tfrac{1}{4}\left[\left(\rho_0^2 + \rho_{\frac{\pi}{2}}^2\right)\left(1 + \tfrac{\varepsilon\varepsilon'}{2}\cos 2\psi\right) + \left(\rho_0^2 - \rho_{\frac{\pi}{2}}^2\right)\tfrac{\varepsilon\varepsilon'}{2}\right] \\ & + \tfrac{1}{8}\left(\varsigma_0 + \varsigma_{\frac{\pi}{2}}\right)^2 + \tfrac{1}{16}\left[\left(\varsigma_0 - \varsigma_{\frac{\pi}{2}}\right)^2 + \left(\varsigma_{\frac{\pi}{4}} - \varsigma_{\frac{3\pi}{4}}\right)^2\right] \\ & - \tfrac{1}{4}\left[\rho_0(\varepsilon + \varepsilon')\cos\psi - \rho_{\frac{\pi}{2}}(\varepsilon - \varepsilon')\sin\psi\right]\left(\varsigma_0 + \varsigma_{\frac{\pi}{2}}\right) \\ & - \tfrac{1}{8}\left[\rho_0(\varepsilon + \varepsilon')\cos\psi + \rho_{\frac{\pi}{2}}(\varepsilon + \varepsilon')\sin\psi\right]\left(\varsigma_0 - \varsigma_{\frac{\pi}{2}}\right) \\ & + \tfrac{1}{8}\left[\rho_0(\varepsilon - \varepsilon')\sin\psi - \rho_{\frac{\pi}{2}}(\varepsilon + \varepsilon')\cos\psi\right]\left(\varsigma_{\frac{\pi}{4}} - \varsigma_{\frac{3\pi}{4}}\right); \end{aligned} \right.$$

pour $l = 3$,

$$(39) \left\{ \begin{aligned} f(2\psi) = {} & \tfrac{1}{8}\left(\rho_0^2 + \rho^2_{\frac{\pi}{2}}\right)\left(\varsigma_0 + \varsigma_{\frac{\pi}{2}}\right) \\ & + \tfrac{1}{16}\left[\left(\rho_0^2 - \rho^2_{\frac{\pi}{2}}\right)\left(\varsigma_0 - \varsigma_{\frac{\pi}{2}}\right) + 2\rho_0\rho_{\frac{\pi}{2}}\left(\varsigma_{\frac{\pi}{4}} - \varsigma_{\frac{3\pi}{4}}\right)\right] \\ & - \tfrac{1}{16}\left(\rho_0^2 + \rho^2_{\frac{\pi}{2}}\right)\left[\rho_0(\varepsilon + \varepsilon')\cos\psi - \rho_{\frac{\pi}{2}}(\varepsilon - \varepsilon')\sin\psi\right]; \end{aligned} \right.$$

pour $i = 4$,

$$f(2\psi) = \frac{1}{64}\left(\rho_0^2 + \rho^2_{\frac{\pi}{2}}\right)^2. \quad (40)$$

M. **Duméril** dépose, pour la bibliothèque de l'Académie, le huitième volume de l'*Erpétologie générale* que M. **Bibron** et lui viennent de publier. Il en présente une courte analyse.

« Ce volume, dit-il, contient plus de 800 pages et comprend l'histoire de cent soixante-trois espèces de Batraciens sans queue. On sait que ce groupe de reptiles constitue, parmi tous les animaux vertébrés, l'ordre qui a réellement offert les plus grandes facilités aux anatomistes pour leurs investigations; en même temps que l'étude des fonctions variées, exercées cependant chez eux par les mêmes organes, a procuré la connaissance de faits bien curieux et les découvertes les plus importantes dans les phénomènes de la physiologie générale.

» Voici un aperçu de l'ordre dans lequel l'histoire de ces animaux a été écrite: après avoir tracé les caractères généraux des Batraciens, indiqué leurs rapports avec les poissons et avec les autres reptiles, ainsi que les classifications établies par les auteurs, on présente ici un essai de méthode naturelle. Ce sont des tableaux dichotomiques ou par analyse, comme dans les autres parties de l'ouvrage; ils forment la base de l'arrangement d'après lequel sont décrits les genres et les espèces.

» Les détails importants relatifs à l'organisation exigeaient beaucoup de développements; ils ont été exposés suivant l'ordre des fonctions et avec toutes leurs particularités. Vient ensuite la partie historique ou littéraire. On y trouve des indications précises sur tous les écrits relatifs aux Batraciens et l'analyse des ouvrages généraux; suit enfin l'histoire des genres et des espèces, avec la synonymie la plus complète.

» Douze planches, gravées sur acier, d'après les dessins originaux de M. Prêtre et figurés sur les animaux mêmes, accompagnent ce volume, comme dans les livraisons précédentes. »

RAPPORTS.

MINÉRALOGIE. — *Rapport sur un Mémoire cristallographique de* M. **Delafosse.**

(Commissaires, MM. Brongniart, Cordier, Beudant rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, M. Brongniart, M. Cordier et moi, de lui rendre compte d'un travail cristallographique qui lui a été présenté par M. Delafosse; nous venons lui faire connaître le résultat de notre examen.

» Ce Mémoire nous offre d'abord un exposé très net et très exact de l'état de la science relativement à l'objet dont il doit traiter, et un ensemble de considérations générales qui forment en quelque sorte la préface d'un grand travail dont il est la première partie. Nous ne suivrons pas l'auteur dans ce préambule, qui n'est guère susceptible d'analyse, et nous aborderons immédiatement la question générale dont il s'occupe.

» On sait qu'en comparant les caractères physiques des formes qui composent les différents systèmes de cristallisation, avec les caractères géométriques qui leur sont propres, on arrive à ce fait général : que, dans un cristal, toutes les parties de même espèce géométrique sont modifiées à la fois et de la même manière; ou réciproquement que les parties d'espèces géométriques différentes sont modifiées isolément ou différemment. C'est ce résultat que Haüy a désigné sous le nom de *loi de symétrie*.

» Cependant il s'est rencontré quelques corps sur lesquels les modifications se faisaient autrement que sur les autres, en sorte que toutes les parties semblables géométriquement ne se trouvaient plus modifiées de la même manière. Or il est arrivé à l'égard de cette observation ce qui se présente encore trop souvent dans les sciences: on n'a vu qu'une seule conclusion possible, sans se douter qu'il pouvait en exister une autre tout aussi acceptable. On a conclu tout simplement ici que ces circonstances faisaient exception à la loi de symétrie, et, confiant sans doute en cet adage classique, heureusement repoussé par les sciences exactes, l'*exception confirme la règle*, on n'a pas été plus loin.

» M. Delafosse vient aujourd'hui tirer une conclusion diamétralement opposée. Il n'y a pas d'anomalie, dit-il, à la loi de symétrie; cette loi reste

encore ici dans toute sa force, et c'est l'identité des parties qui n'est pas complète : il y a bien identité géométrique, mais il n'y a pas identité physique, et de là résultent les différences que nous apercevons; ou plutôt ces différences doivent nous conduire à modifier les idées qui se sont propagées jusqu'ici relativement à la structure intérieure des cristaux, qu'on n'a considérée que sous des rapports purement géométriques.

» C'est d'après ce point de vue que M. Delafosse a donné, dans son exposé général, les motifs raisonnés de divers changements qu'il convient de faire à la théorie cristallographique de Haüy. Il en fait ensuite l'application à diverses substances naturelles, la boracite, la pyrite commune, la tourmaline, le quarz et le béril. Nous allons tâcher de donner une idée succinte de ses observations et de ses conclusions.

» La boracite et la pyrite commune se rapportent géométriquement au cube, comme beaucoup d'autres substances; mais elles présentent en même temps certaines particularités qui les distinguent. Dans la boracite il n'y a que quatre des angles solides du cube qui soient modifiés à la fois de la même manière; et comme les huit angles solides d'un cube sont géométriquement identiques, on a conclu, depuis Haüy jusqu'à nos jours, qu'il y avait là une exception à la loi de symétrie. M. Delafosse, raisonnant autrement et ne pouvant se décider à appeler anomalie un fait qui ne se dément jamais, que tous les naturalistes ont observé constamment dans la boracite, en a tiré la conclusion, que si les angles solides de cette substance sont géométriquement identiques, ils ne le sont pas physiquement; ce qui signifie que le cube géométrique de la boracite n'est pas composé moléculairement de la même manière que le cube qu'on rencontre dans beaucoup d'autres substances. On conçoit, en effet, qu'un cube puisse être composé, géométriquement parlant, d'une multitude de manières différentes, par exemple de petits cubes, de petits tétraèdres, de petits prismes rectangulaires, etc. Si les cristaux étaient toujours simples nous ne pourrions jamais nous apercevoir de ces différences, du moins par la seule observation de la forme extérieure; mais les modifications qu'ils présentent et auxquelles on peut joindre les propriétés optiques et acoustiques, doivent nous conduire à la détermination de cette forme moléculaire.

» Dans le cas présent, l'anomalie apparente conduit à adopter le tétraèdre régulier pour molécule, et à concevoir ces petits solides rangés par files, de manière qu'à l'un des angles du cube résultant il se présente une base, tandis qu'à l'angle opposé il se présente un sommet; il en résultera que les

deux angles opposés qui sont géométriquement identiques, se trouveront complétement différents sous le rapport physique, et la loi de symétrie se montrera dans toute sa force dans un pareil système, si, comme la nature nous le présente, l'un des angles se trouve modifié autrement que l'autre.

» Remarquons que dans cette supposition de formes moléculaires et d'arrangement les arètes du cube sont toutes géométriquement et physiquement identiques, puisqu'elles correspondent toutes à des arètes de tétraèdres. C'est aussi ce que commandent les modifications de la boracite, car les douze arètes du cube s'y trouvent modifiées en même temps et de la même manière.

» Si par comparaison nous étudions les substances où tous les angles du cube sont modifiés à la fois et de la même manière, par exemple le fluor, nous conclurons que toutes les parties sont géométriquement et physiquement identiques, ce qui conduit à admettre le cube lui-même pour molécule, comme étant le seul solide qui puisse satisfaire à cette condition.

» En comparant les conclusions relatives au fluor avec celles que nous avons tirées relativement à la boracite, on voit déjà que la nature nous offre deux sortes de cubes; l'un formé de tétraèdres et qui présente ce caractère que quatre de ses angles solides sont physiquement différents des quatre opposés, l'autre formé de molécules cubiques, ou si l'on veut d'octaèdres, où tous les angles sont identiques sous le rapport physique comme sous le rapport géométrique. Nous allons voir qu'il en existe un troisième.

» La cristallisation de la pyrite, aussi bien que celle du cobalt gris, se rapporte encore au cube; mais les modifications nous présentent ici un ordre de choses inverse de ce qui a lieu dans la boracite. Dans cette dernière substance les angles solides sont physiquement de deux espèces différentes et les arètes sont identiques sous tous les rapports. Dans les deux autres c'est tout le contraire, les angles sont tous identiques et les arètes ne le sont pas. En effet, ces arètes sont modifiées de manière différente et comme pourraient l'être celles qui représentent les trois dimensions d'un prisme rectangulaire droit. Le cube de la pyrite ne peut donc être formé ni de petits cubes ordinaires qui rendraient toutes les parties identiques chacune à chacune, ni de petits tétraèdres qui rendraient les arètes identiques en formant deux espèces d'angles solides. Cette sorte de cube est nécessairement formé de petits solides dont les trois dimensions sont différentes, soit qu'on admette des différences géométriques, soit qu'on imagine des différences physiques ou chimiques. La molécule qu'on doit admettre dans

cette espèce est la limite du cube et du prisme rectangulaire droit, comme le solide qui proviendrait du remplacement des arètes supérieures d'un rhomboèdre où les angles plans seraient de 60 degrés et 120, se trouverait la limite du cube et du rhomboèdre. On conçoit qu'à ces limites les formes aient des propriétés analogues à celles des solides voisins, et qu'alors elles diffèrent entre elles par le genre de symétrie.

» Voilà donc trois sortes de cubes bien distinctes dans les substances qui cristallisent dans le système cubique, ou si l'on veut trois systèmes de cristallisation cubique : on voit même la possibilité d'un quatrième, d'un cinquième par la limite du cube et du rhomboèdre, du cube et du prisme carré, etc. Tous les autres systèmes cristallins admis aujourd'hui paraissent tous présenter des circonstances analogues, et M. Delafosse indique à cet égard plusieurs substances sur lesquelles l'attention doit particulièrement se porter; mais dans le Mémoire actuel, il s'occupe seulement du système rhomboédrique en traitant du béril, du quarz et de la tourmaline, et rappelant comparativement le carbonate de chaux.

» Tous ces corps, comme on sait, peuvent être théoriquement rapportés soit au rhomboèdre, soit au prisme à bases d'hexagones réguliers, ou enfin au dirhomboèdre (dodécaèdre bipyramidal); mais lorsqu'on prend en considération les particularités qu'ils présentent, et qu'au lieu d'imaginer dans quelques-uns des anomalies constantes, expression sans doute fort singulière, on ne voit que des faits positifs, auxquels on peut dès-lors appliquer rigoureusement l'épithète constants, on reconnaît que la forme prise pour point de départ doit avoir pour chacun de ces corps une composition moléculaire spéciale.

» Dans le béril, en prenant par exemple le prisme hexagone pour type, on trouve, par les modifications, que les six arètes latérales doivent être identiques, tant physiquement que géométriquement; que les douze arètes des bases sont dans le même cas, et qu'il en faut dire autant des angles solides; en effet, les modifications ont toujours lieu simultanément sur les diverses parties d'une même espèce géométrique. Ainsi les propriétés physiques et les propriétés géométriques marchent ici parfaitement ensemble.

» Dans le carbonate de chaux il n'en est plus de même; il n'y a sur les bases que la moitié des parties de même espèce géométrique qui se modifient à la fois et de la même manière : la moitié des angles pris alternativement en haut ou en bas, ou la moitié des arètes sous la même condition. Il en résulte que toutes les arètes des bases ne sont pas physique-

ment identiques, et il en faut dire autant des angles solides. Ce prisme, sous le rapport physique, est donc constitué différemment du premier, à moins d'admettre des anomalies constantes.

» Dans le quarz, c'est encore autre chose : si la moitié seulement des angles solides peuvent être modifiés de la même manière, comme dans le carbonate de chaux, il y a cette circonstance particulière, qu'on n'observe dans aucun autre corps, que les faces produites ne sont pas inclinées symétriquement de part et d'autre. et sont disposées en spirales, qui tournent à droite dans un cas, et à gauche dans un autre. Ce fait extraordinaire, auquel il s'en joint beaucoup d'autres, indique encore, dans les cristaux de quarz, une constitution physique particulière.

» Enfin, dans la tourmaline, il en est encore tout autrement : les six arètes latérales, géométriquement identiques, ne se modifient pas toutes également ; il n'y en a que trois qui se modifient d'une certaine manière, et les trois autres se modifient différemment : ces arètes sont donc de deux espèces. Il y a plus, les deux bases qui sont géométriquement identiques, ne se modifient pas de même ; par conséquent les deux extrémités du prisme sont différentes sous le rapport physique. Ainsi. dans cette espèce de corps, le prisme hexagone pris pour point de départ, doit être composé tout autrement que dans les autres.

» Suivant rigoureusement les principes qu'il s'est formé, M. Delafosse cherche, pour ces diverses substances, des molécules qui soient en rapport avec leurs propriétés physiques. Il discute avec soin celles qu'il convient d'adopter, en montrant très nettement les différences qu'elles doivent offrir. Mais ici il est difficile de matérialiser toutes les formes en les désignant par des noms géométriques, comme nous avons pu le faire dans les systèmes cubiques. On ne se rend bien raison des différences que présentent ces solides, qu'en les concevant formés d'atomes, tantôt semblables, tantôt différents, liés et disposés entre eux de diverses manières. Aussi l'auteur s'attache-t-il particulièrement à la discussion de ces solides, dans toutes les substances dont il a parlé. Il parvient théoriquement à des résultats fort simples ; mais il ne se dissimule pas que les observations physiques et géométriques sont insuffisantes pour parvenir à une spécification complète ; il appuie même sur ce que, d'après ces données, on ne peut arriver à connaître que le genre de la forme moléculaire d'une substance, et que pour avoir le véritable type, il faut y joindre les relations atomiques de la composition chimique : il annonce avoir obtenu déjà quelques résultats à cet égard, et il se propose de les présenter à l'Académie dans un autre Mémoire.

» Nous devons remarquer maintenant que M. Delafosse ne se contente pas d'étudier les substances minérales sous le rapport cristallographique; il appelle à son aide toutes les autres propriétés de ces corps; il compare les phénomènes pyro-électriques avec les structures, et fait voir que la polarité, dans les substances qui en sont douées, se trouve en harmonie avec la forme et la disposition moléculaire qu'il admet. Il fait observer que la pyro-électricité polaire est la seule qui ait quelque rapport avec la structure, et qu'il ne faut pas la confondre, comme elle l'a été quelquefois, avec l'état électrique que les variations de température déterminent dans un grand nombre de corps. Il tient compte également des propriétés optiques, et celles du quarz surtout entrent pour une grande part dans la détermination de la molécule vers laquelle il penche le plus. Les propriétés acoustiques observées par M. Savart lui servent aussi de point de comparaison, et il indique même les substances sur lesquelles, d'après les faits cristallographiques, il y aurait lieu de faire des recherches particulières. Enfin il montre que les dispositions des stries, les degrés de dureté des différentes parties d'un même cristal, fort négligés jusqu'ici, ont de très grands rapports avec les structures que l'ensemble des observations conduit à admettre dans les différents corps. En un mot, l'auteur fait preuve d'une grande étendue de connaissances et d'un excellent esprit dans les applications.

» Nous terminerons par une observation qui nous paraît être entièrement dans l'esprit de l'Académie. On a fait remarquer à l'un de nous que les idées émises par M. Delafosse n'étaient pas neuves, ce qui est une sorte de critique assez commune. Cela est vrai, les idées de M. Delafosse ne sont pas neuves d'une manière absolue, on peut en trouver quelques germes dans différents ouvrages; mais ces germes imperceptibles sont restés complétement stériles, et s'il y a quelque honneur à revendiquer, c'est pour celui qui les a fécondés. L'observation d'un fait, l'émission d'une idée, sont quelquefois des choses assez insignifiantes; ce sont les conséquences qu'on en tire, lorsqu'elles sont habilement coordonnées, qui avancent véritablement la science, et qui nous paraissent seules capables de donner une véritable importance à un travail scientifique.

» Le travail de M. Delafosse ne nous a laissé qu'un desir à former, celui de voir paraître les autres parties qui y sont annoncées. Du reste, nous croyons le Mémoire qu'il nous a présenté assez neuf, assez animé de l'esprit scientifique, pour mériter l'honneur d'être inséré dans le recueil des Mémoires des *Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

Rapport sur une Note de M. **Paulet** (de Genève), *relative à un théorème dont le théorème de Fermat ne serait qu'un cas particulier.*

(Commissaires, MM. Sturm, Liouville, Cauchy rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Sturm, Liouville et moi, de lui rendre compte d'une Note présentée par M Paulet (de Genève), et relative à un théorème qu'il n'a pas démontré. Nous nous serions bornés probablement à inviter l'auteur à retirer sa Note, si le théorème dont il s'agit ne se trouvait inséré textuellement dans le *Compte rendu* de la séance du 11 janvier, où il est énoncé dans les termes suivants :

» *Hors du second degré, il n'existe aucune puissance qui puisse se partager dans la somme d'un nombre quelconque de puissances du même degré, mais différentes entre elles.*

» Pour montrer aux personnes qui auraient lu cet énoncé qu'elles ne doivent pas s'arrêter à chercher la démonstration du nouveau théorème, il nous suffira de leur dire qu'il est inexact, et de le prouver par un exemple. Effectivement, la somme des cubes de 3, 4 et 5 est égale au cube de 6, puisqu'on a

$$216 = 27 + 64 + 125. \text{ »}$$

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Mémoire sur l'étiologie générale du strabisme; par* M. le Dr **Jules Guérin**. (1re partie.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Supplément à un précédent Mémoire sur le tirage des voitures et sur les effets destructeurs qu'elles exercent sur les routes; par* M. **A. Morin**.

(Commissaires, MM. Arago, Savary, Coriolis, Poncelet, Piobert.)

« Au commencement de l'année dernière, j'ai présenté les résultats des expériences que j'avais exécutées en 1839 sur le tirage des voitures et sur l'ac-

tion destructive qu'elles exercent sur les routes. A la même époque, un ingénieur des ponts et chaussées qui s'était aussi occupé de cette question a soumis à l'examen de l'Académie un Mémoire dans lequel il contestait plusieurs des résultats auxquels j'étais parvenu, en se basant sur des considérations théoriques et sur un système d'expérimentation particulier. J'ai répondu dans le temps aux objections qui m'avaient été adressées; mais il y avait un point capital sur lequel il m'a paru nécessaire d'ajouter de nouvelles expériences à celles de Coulomb, qui étaient en trop petit nombre, et aux miennes, qui avaient été faites sur des routes ordinaires avec des chargements considérables et des diamètres de roues compris entre $0^m,80$ et $2^m,05$. Je veux parler de la loi de la variation de la résistance au roulement en fonction du diamètre.

» Les expériences de Coulomb sur des rouleaux de bois d'orme et de gaïac de 2 pouces, 6 pouces et de 12 pouces de diamètre roulant sur du bois de chêne, sous des pressions qui se sont élevées jusqu'à 500 kilogrammes, et celles que j'ai exécutées sur les routes ordinaires avec des voitures chargées de plusieurs milliers de kilogrammes sont parfaitement d'accord, pour montrer que la résistance varie en raison inverse du diamètre et non pas en raison inverse de la racine carrée du diamètre.

» Mais, d'une part, on a prétendu que je n'avais pas étendu mes expériences sur les voitures à des diamètres assez petits, et qu'en appliquant la loi de Coulomb aux camions employés par le roulage, on en déduirait des valeurs de la résistance qui, pour des charges parfois excessives de ces voitures excéderaient les efforts que les chevaux les plus vigoureux peuvent développer. Il m'a donc paru nécessaire de faire quelques nouvelles expériences sur des camions conduits sur le pavé de Paris, puisque c'était à ce cas particulier que l'objection s'adressait.

» D'une autre part, quoique l'habileté et l'exactitude reconnues de Coulomb ne permissent pas d'admettre les suppositions tout-à-fait gratuites à l'aide desquelles on voulait contester le résultat de ses expériences, et quoiqu'il ne fût pas admissible que cet illustre physicien, en exécutant ces expériences dans le but spécial de se créer un moyen précis d'observation pour des études sur la raideur des cordes, eût négligé de se mettre à l'abri de l'effet des variations du mouvement, j'ai cru convenable de répéter ses expériences sur la résistance au roulement des rouleaux de bois, en les étendant à des cas plus variés que ceux où il avait opéré.

» Je vais exposer succinctement les résultats auxquels je suis parvenu.

» Pour les expériences à faire sur les voitures, j'ai choisi un camion or-

dinaire de roulage, ayant des roues de devant de $0^m,420$, et des roues de derrière de $0^m,592$ de diamètre, pesant en tout avec sa charge 1600 kilogrammes, et un camion appartenant aux ateliers des Messageries générales, ayant des roues de devant de $0^m,592$ et des roues de derrière de $0^m,660$ de diamètre, pesant avec sa charge 1500 kilogrammes. Ces voitures ont été successivement conduites par un temps très sec, sur la chaussée pavée du boulevart du Mont-Parnasse qui, fréquenté journellement par des voitures chargées de pierres, était dans un état ordinaire d'entretien, tout-à-fait analogue à celui des autres chaussées pavées sur lesquelles j'avais précédemment expérimenté.

» Les résultats de ces expériences faites avec un dynamomètre à stylet, et dont quelques-unes ont été exécutées en présence de M. Savary, sont consignés dans un tableau annexé au présent Mémoire.

» L'examen de ce tableau montre que, sur le pavé et au pas de $1^m,18$ de vitesse moyenne, la valeur du facteur constant par lequel il faut, suivant la loi de Coulomb, multiplier le rapport de la charge au rayon pour avoir la résistance, est pour

Le premier camion à roues de $0^m,420$ et $0^m,597$ de diamètre.... $A = 0,0094$
Le deuxième camion de $0^m,592$ et $0^m,660$......... ..... $A = 0,0095$

» Les expériences précédentes (*voyez* le deuxième Mémoire, n° 9) ayant donné pour des roues de

$2^m,029$ de diamètre.................................... $A = 0,00963$
$1^m,453$.. $A = 0,00969$
$1^m,100$ et $1,358$.. $A = 0,00926$
0,860.. $\begin{cases} A = 0,00965 \\ A = 0,00932 \end{cases}$

On voit que ces valeurs s'accordent avec leur moyenne générale $A = 0,00949$ à moins de $\frac{1}{45}$ près.

» La loi de Coulomb se trouve donc vérifiée pour le cas des chaussées pavées pour des diamètres compris entre $0^m,420$ et $2^m,029$, c'est-à-dire différents entre eux dans le rapport de 1 à 5 environ.

» Dans les mêmes limites la loi déduite de la théorie et des expériences de M. Dupuit donne des résultats qui diffèrent du simple au double de ceux de l'expérience, ainsi qu'il est facile de le voir en jetant un coup d'œil sur le tableau.

» Quant à l'énormité prétendue des efforts que les chevaux devraient exercer pour traîner les chargements excessifs qu'on leur fait parfois

transporter sur des camions, je montre que dans le cas même où ces chargements s'élèveraient à 2500 et à 3000 kil., véhicule compris, l'effort de raction à exercer ne serait que de 96 ou 115 kil. respectivement. Or des expériences de différents genres ont prouvé que des chevaux de force moyenne peuvent, pendant plusieurs lieues, en plusieurs heures, développer de semblables efforts. Il n'est donc pas surprenant qu'on les exige parfois accidentellement, pour des courses de peu de durée, des chevaux employés au camionage, qui sont de première force et payés de 900 à 1000 francs.

» Je passe maintenant aux expériences analogues à celles de Coulomb et pour l'exécution desquelles j'ai fait établir un banc formé de deux pièces de chêne de $0^m,30$ d'épaisseur sur $0^m,25$ de largeur et $4^m,00$ de longueur.

» Les rouleaux employés étaient en chêne et de cinq diamètres différents, savoir $0^m,362$, $0^m,271$, $0^m,1805$, $0^m,090$ et $0^m,045$, c'est-à-dire variables dans des rapports compris entre 8 et 1.

» On les a fait marcher successivement sur du bois de peuplier, sur des bandes de cuir et sur une couche de plâtre.

» La largeur des bandes de peuplier a été successivement de $0^m,100$, de $0^m,050$ et de $0^m,025$.

» Les rouleaux ont été exactement pesés et équilibrés; on les a chargés, comme Coulomb l'avait fait, à l'aide de poids suspendus de part et d'autre à des ficelles flexibles, et l'on a tenu compte du poids de ces ficelles qu'on a rendu le même de part et d'autre.

» Le mouvement des rouleaux était habituellement produit et entretenu par deux poids moteurs. L'un, désigné sous le nom de poids additionnel, destiné à imprimer au rouleau une vitesse convenable, n'agissait que pendant les premiers moments de la course. L'autre, dont on déterminait la valeur par tâtonnement, devait entretenir le mouvement produit, avec une vitesse uniforme.

» La loi du mouvement était observée à l'aide d'un compteur à pointage donnant les dixièmes de seconde et en comptant l'intervalle de temps nécessaires pour les derniers tours ou demi-tours, ce qui permettait de constater avec la précision desirable l'uniformité du mouvement.

» Pour chaque rouleau, on déterminait ainsi par l'observation, non-seulement le poids qui entretenait un mouvement uniforme, mais encore le poids un peu inférieur sous lequel il se ralentissait, et le poids un peu

supérieur sous l'action duquel le mouvement s'accélérait; ce qui servait de vérification à la détermination du premier et renfermait les erreurs possibles dans des limites connues.

» A l'aide de ces précautions et malgré les imperfections inhérentes à ce genre d'appareil, que je n'ai conservé que pour opérer dans des circonstances tout-à-fait analogues à celles des expériences du Coulomb, on a obtenu des résultats dont l'accord ne peut laisser aucun doute sur la véritable loi de la résistance en fonction des diamètres.

» Ces résultats, ainsi que ceux du calcul, sont résumés dans le tableau suivant :

EXPÉRIENCES sur la résistance éprouvée par des rouleaux en chêne roulant sur du bois de peuplier, sur du cuir ou sur du plâtre.

NATURE des corps en contact.	LARGEUR des bandes en contact.	RAYON du corps des rouleaux, y compris celui de la corde, r'.	RAYON du rouleau, r.	PRESSION. POIDS du rouleau.	CHARGE du rouleau, y compris la corde.	POIDS moyen qui fait équilibre à la résistance, à la circonférence du rouleau.	PRESSION totale du rouleau sur la bande, P.	RÉSISTANCE au roulement rapportée à la circonférence du rouleau, R.	VALEUR du rapport de la pression au rayon du rouleau, $\frac{P}{r}$.	VALEUR de la constante $A = \frac{Rr}{P}$.	VALEUR du rapport de la pression à la racine carrée du rayon $\frac{P}{\sqrt{r}}$.	VALEUR de $A' = \frac{R\sqrt{r}}{P}$.
Rouleaux de bois de chêne sur des madriers de peuplier. (Les fibres du chêne sont perpendiculaires au sens du mouvement ; celles du peuplier lui sont parallèles.)	0,100	m. 0,1005	m. 0,1810	k. 75,250	k. 120,540	k. 1,752	197,542	0,972	1091,4	0,000891	464,13	0,002094
		0,0973	0,1355	53,062	120,540	1,565	175,167	1,124	1292,7	0,000869	475,59	0,002363
		0,1015	0,0902	46,125	120,540	1,346	168,011	1,514	1862,5	0,000813	559,44	0,002706
		0,1010	0,0450	33,344	150,675	1,715	185,734	3,848	4127,4	0,000932	875,67	0,004372
									Moyenne....	0,000876		
	0,050	0,1005	0,1810	75,250	120,540	2,253	198,043	1,250	1094,1	0,001143	465,54	0,002685
		0,0973	0,1355	53,062	120,540	1,990	175,592	1,428	1295,9	0,001101	477,02	0,002994
		0,1015	0,0902	46,125	120,540	1,705	168,370	1,918	1866,6	0,001028	560,67	0,003421
		0,1010	0,0450	33,344	150,675	2,040	186,059	4,578	4134,6	0,001107	877,10	0,005219
									Moyenne....	0,001095		
	0,025	0,1005	0,1810	75,250	120,540	3,565	199,355	1,979	1101,4	0,001797	468,62	0,004223
		0,1015	0,0902	46,125	120,540	3,190	169,855	3,589	1883,1	0,001905	565,63	0,006345
		0,1010	0,0450	33,344	150,675	3,690	187,709	8,280	4171,3	0,001984	885,00	0,009356
									Moyenne....	0,001895		
Rouleaux de chêne sur des bandes de cuir de $0^m,005$ d'épaisseur.	0,108	0,1005	0,1810	75,250	120,540	2,440	198,230	1,354	1095,2	0,001236	465,98	0,002906
		0,1015	0,0902	46,125	120,540	2,065	168,730	2,323	1870,6	0,001242	561,87	0,004135
		0,1010	0,0230	32,000	120,540	1,752	154,292	7,799	6708,3	0,001163	1017,75	0,007663
									Moyenne....	0,001213		
Rouleaux de chêne sur une couche de plâtre de $0^m,030$ d'épaisseur.	0,060	0,1005	0,1810	72,250	90.405	1,378	167,033	0,765	922,8	0,000818	392,65	0,001948
		0,0973	0,1355	53,062	120,540	1,565	175,167	1,124	1292,8	0,000869	475,86	0,002362
		0,1015	0,0902	46,125	120,540	1,253	167,918	1,410	1861,6	0,000757	559,16	0,002522
		0,1010	0,0450	33,344	120,540	1,253	155,137	2,811	3447,5	0,000815	733,16	0,003834
		0,1010	0,0230	32,000	120,540	1,253	153,793	5,584	6686,6	0,000835	1014,07	0,005507
									Moyenne....	0,000821		

» La seule inspection de ce tableau montre, d'une manière évidente, l'exactitude de la loi de Coulomb pour tous les cas observés, et dans les limites étendues de variation des diamètres dans le rapport de 8 à 1. A l'inverse, elle manifeste l'inexactitude de la loi proposée par M. Dupuit. En effet, tandis que les résultats de la loi de Coulomb ne diffèrent de ceux de l'expérience que de $\frac{1}{12}$ à $\frac{1}{13}$ au plus de la valeur moyenne de ceux-ci, et tantôt en plus, tantôt en moins, ceux de la loi de M. Dupuit s'écartent des résultats de l'observation avec continuité, et de plus en plus à mesure que les diamètres diminuent et diffèrent du simple au triple, à peu près pour des diamètres variables dans le rapport de 8 à 1.

» Nous pouvons donc de nouveau conclure que, *sur les corps fibreux analogues aux bois, sur les tissus spongieux comme le cuir, sur les corps grenus, mais solides, comme le plâtre, ainsi que sur le pavé et sur les routes en empierrement à fond solide, la résistance au roulement est en raison inverse du diamètre des rouleaux.*

» Mais il y a plus, ces expériences entreprises principalement dans le but d'étudier l'influence du diamètre des roues ou rouleaux sur la résistance au roulement ont aussi servi à vérifier ce que les précédentes expériences de 1838 avaient appris sur l'influence de la largeur des surfaces de contact.

» En effet, après avoir d'abord fait connaître, comme Coulomb l'avait aussi observé, que pour obtenir des résultats réguliers, il faut opérer sous des pressions assez fortes par rapport à l'étendue des surfaces de contact, pour rendre insensible l'effet des inégalités de la surface et augmenter suffisamment la profondeur d'impression et l'intensité relative de la résistance, ce qui prouve que des expériences faites avec des rouleaux trop légers ne peuvent conduire à aucune conclusion fondée. Elles ont prouvé d'une manière incontestable que la résistance au roulement croît à mesure que la largeur de la zone de contact diminue. Ainsi les expériences sur le roulement des rouleaux de bois de chêne roulant sur du bois de peuplier ayant été exécutées sur des pièces de bois dont la largeur a été successivement de $0^{m},100$, de $0^{m},050$ et de $0^{m},025$, la résistance fut graduellement et continuellement accrue et a fini par devenir double à la largeur de $0^{m},025$, de ce qu'elle était à celle de $0^{m},100$. Il ne peut donc rester aucun doute à ce sujet, et par conséquent une théorie qui conduit à conclure que la résistance au roulement est indépendante de la largeur des surfaces de contact se trouve sous le second rapport en désaccord complet avec l'expérience.

» Je me propose, dès que j'en aurai la faculté, de rechercher par des moyens précis d'observation, si je puis découvrir la véritable loi de résistance en fonction de la largeur. Je me borne ici aux seules conséquences que je viens d'exposer et qui vérifient de tous points les résultats de mes précédentes expériences faites avec des voitures ou des appareils pesamment chargés. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ARITHMÉTIQUE. — *Méthode abrégée de multiplication pour calculer la somme des produits de deux suites de nombres composées, l'une de nombres variables, l'autre de nombres moindres que* 100 *croissant par unités à partir de zéro; par* M. Thoyer.

(Commissaires, MM. Cauchy, Coriolis, Sturm.)

MÉTÉOROLOGIE. — *Études de la Météorologie dans un canton du pays toulousain, considérée en elle-même et dans ses rapports avec la Médecine et l'Agriculture; par* M. Clos.

(Commissaires, MM. Arago, Double, Gasparin.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les moyens de rendre moins fréquentes les explosions des machines à vapeur; par* M. Du Mesnil.

(Commission des rondelles fusibles.)

CORRESPONDANCE.

M. le Directeur de l'Administration des Douanes adresse un exemplaire de l'*État des mouvements du cabotage en France pendant l'année* 1839, publication qui forme la suite et le complément du *Tableau général du Commerce de la France,* qu'il avait adressé le 4 octobre dernier.

Quelques notions sur la GALVANOTYPIE, *ou l'art de passer du dessin à la planche gravée par l'action des seules forces électro-chimiques.* — Communication de M. **Melloni**.

« M. Cirelli, directeur de l'établissement polygraphique de Naples, m'adresse une lettre et divers documents relatifs à un nouveau moyen de gravure sur métal par les procédés galvano-plastiques. Les premiers essais de M. Cirelli datent de plusieurs mois: deux feuilles périodiques italiennes, le *Lucifero* et le *Journal du royaume des Deux-Siciles*, en parlent dans leurs numéros du 15 juillet 1840. Le but que l'auteur s'est proposé ne vise pas à obtenir la copie d'un cliché ou d'une planche gravée, soit en creux, soit en relief, au moyen de deux contre-épreuves successives, mais à former immédiatement, pour ainsi dire, et en vertu de forces tout-à-fait indépendantes de l'art du graveur, la planche métallique toute gravée, d'après un dessin, une lithographie ou toute autre épreuve tirée sur papier. M. Cirelli a déjà obtenu un brevet d'invention pour l'exploitation de ses méthodes dans le royaume de Naples; il n'ignore pas ce qui a été fait sur la galvanoplastique par MM. Boquillon, Soyez, Ingé et Kobell; mais il ajoute que les recherches de ces messieurs sont tout-à-fait distinctes des siennes: aussi a-t-il cru convenable de distinguer l'art nouveau qu'il vient d'inventer par la dénomination particulière d'électrotypie. Voici, au reste, un extrait de sa lettre: Je dépose sur le bureau l'original italien, les journaux, les lames en cuivre gravé et leurs épreuves.

» Après avoir rappelé brièvement le principe sur lequel repose le moulage des métaux par la voie humide, M. Cirelli ajoute:

« ... Pour m'expliquer avec plus de clarté, je vais vous soumettre les » problèmes que je me suis proposés, et dont j'ai obtenu les solutions.

» 1°. Étant donné un dessin quelconque tracé sur papier avec certaines » particularités (qui ne retardent point, et n'augmentent en aucune ma- » nière les difficultés du travail de l'artiste), produire la gravure de ce » même dessin sur une lame de cuivre revivifié par la méthode de Jacoby, » et cela pendant que la lame se forme et sans que la main du graveur » y prenne aucune part.

» 2°. Étant donné une épreuve d'une gravure, tirée avec certaines pré- » cautions, soit d'une planche gravée sur cuivre ou sur acier, soit d'un » dessin lithographique, former de la même manière la gravure de cette » épreuve.

» Ayant obtenu la première lame gravée par la méthode que je viens
» d'indiquer, répéter l'opération plusieurs fois de suite sur le même dessin
» ou sur la même épreuve, de manière à produire une nombreuse série de
» planches gravées et tout-à-fait identiques qui n'exigent que les frais et
» le temps nécessaires à la précipitation du cuivre.

» A l'appui de ce que je viens d'annoncer, je vous envoie quatre lames
» qui ne peuvent laisser aucun doute sur leur origine électro-chimique,
» attendu que la gravure de la face antérieure se voit également sur la face
» postérieure; les deux dessins se correspondent parfaitement, trait par
» trait, point par point, dans toutes leurs parties. La première de ces lames
» offre l'image de Volta avec des lettres, et un contour orné de figures
» et d'arabesques; elle provient d'une épreuve lithographique : la seconde
» tirée d'un dessin à la main, représente un profil de l'Hébé de Canova;
» les deux autres sont des copies identiques d'une inscription par laquelle
» je fais hommage de ces essais à l'Académie des Sciences de l'Institut de
» France; remarquez, je vous prie, que le second *tirage métallique*, loin
» d'être inférieur au premier, semble au contraire le surpasser dans la pu-
» reté de l'exécution. J'y ajoute plusieurs exemplaires d'épreuves tirées sur
» papier.

» Si vous croyez, Monsieur, que ces produits d'un art naissant puissent
» mériter quelques instants d'attention de la part des savants, ayez la bonté
» de les présenter à l'Académie avec l'énoncé des problèmes que je crois
» avoir résolu le premier. Si elle les accepte avec sa bienveillance accou-
» tumée, je ne manquerai pas de soumettre bientôt à son jugement des gra-
» vures plus perfectionnées, et un Mémoire où je décrirai les modifications
» que j'ai apportées aux appareils de Jacoby et de Spencer, et les diverses
» applications dont l'électrotypie me semble susceptible. »

M. D'HOMBRES-FIRMAS écrit relativement à des expériences sur la vision dont quelques-unes ont été faites de concert avec feu M. Maisonneuve, et dont quelques autres lui sont propres. Ces expériences ont principalement rapport aux impressions qu'on reçoit quand on fait converger ou diverger outre mesure, soit par le mouvement musculaire volontaire, soit au moyen d'écrans convenablement disposés, les axes optiques des deux yeux.

M. F. HATTIN, à l'occasion d'une communication de M. *Donné* sur une nouvelle théorie de la *couenne du sang*, adresse une réclamation de priorité appuyée sur la publication qu'il a faite, il y a plusieurs mois, d'une Note

ayant pour titre : *Recherches expérimentales sur l'hémaleucose ou coagulation blanche du sang, vulgairement appelée couenne inflammatoire*, Note dans laquelle il aurait émis les mêmes idées.

M. **Donné**, dans une Note remise pendant la séance, fait remarquer que ses expériences sur la couenne inflammatoire du sang datent du mois d'avril 1840 et ont été faites publiquement dans le service de M. Rayer à la Charité; il ajoute qu'il en a annoncé le principal résultat en rendant compte du *Mémoire sur le sang*, lu à l'Académie par MM. Andral et Gavarret.

M. **Morren**, à l'occasion du Mémoire de M. *Dutrochet* sur le camphre, écrit relativement à la manière dont se déposent les vapeurs de ce corps sur la paroi d'un vase transparent qui ne reçoit la lumière que d'un seul côté.

M. **de Paravey** adresse une Note ayant pour titre : *Sur l'extension immense au nord des steppes marécageuses et glacées de la Sibérie, extension qui a rétréci et hérissé de glaces la mer Glaciale, autrefois navigable au nord de l'Asie centrale.*

A 4 heures $\frac{3}{4}$ l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841; n° 3, in-4°.

Description des Appareils de chauffage à employer pour élever convenablement la température du courant ventilateur dans les Magnaneries salubres; par M. D'ARCET; 1841, in-8°.

Changements à faire dans les procédés actuels de Saponification; par le même; in-8°.

Note sur la construction et l'emploi des Silos; par le même; in-8°.

Nouveaux documents relatifs à l'emploi alimentaire de la Gélatine, en 1840; *par* le même; in-8°.

Erpétologie générale, ou Histoire naturelle complète des Reptiles; par MM. DUMÉRIL et BIBRON; tome 8, in-8°, avec planches in-8°.

Administration des Douanes. — Tableau général des mouvements du Cabotage pendant l'année 1839; in-4°.

Recherches anatomiques et physiologiques sur les Ovaires dans l'espèce humaine; par M. NÉGRIER; in-8°.

De l'organisation et du mode de reproduction des Caulerpées, et en particulier du Caulerpa Webbiana, *espèce nouvelle des îles Canaries; par* M. C. MONTAGNE; in-8°. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles,* mars 1838.)

Cryptogamæ Brasiliensies seu Plantæ cellulares quas, in itinere per Brasiliam, à celeb. AUGUSTE DE SAINT-HILAIRE, *collectas, recensuit observationibusque nonnullis illustravit* C. MONTAGNE; in-8°. (Extrait des *Annales des Sciences naturelles,* juillet 1839.)

Journal de l'Institut historique; 7e année, tome 12, décembre 1840, in-8°.

Agriculture de l'ouest de la France; par M. J. RIEFFEL; in-8°.

A Messieurs les membres de la Chambre des Pairs et de la Chambre des Députés, sur l'Approvisionnement de Paris; par M. GANNAL; in-8°.

Paléontologie française; par M. ALCIDE D'ORBIGNY; 12e liv., in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques; janvier 1841, in-8°.

Revue critique des Livres nouveaux; 9e année, n° 1er, in-8°.

Revue des Spécialités et des Innovations médicales et chirurgicales; tome 1er, décembre 1840, in-8°.

Revue progressive d'Agriculture, de Jardinage, etc.; janvier 1840, in-8°.

On the minute.... *Sur la structure intime et les mouvements des Muscles volontaires; par* M. W. Bowman; Londres, 1840, in-4°. (Extrait des *Trans. phil.* pour 1840, part. 2e.)

Researches on.... *Recherches d'Embryologie* (3e *série*); *par* M. Martin Barry; in-4°. (Extrait du même Recueil.)

Note on.... *Note sur le calcul de la distance d'une Comète à la Terre; par* M. Lubbock; in-8°.

The London.... *Magasin philosophique de Londres, Édimbourg et Dublin;* 2e série, n° 112—114, décembre 1840, janvier 1841, et supplément à janvier; in-8°.

The Quarterley review; n° 133, décembre 1840, in-8°.

The Edinburgh.... *Nouveau journal philosophique d'Édimbourg;* octobre 1840 à janvier 1841, in-8°.

The Annals.... *Annales d'Électricité, de Magnétisme et de Chimie;* octobre—décembre 1840, in-8°.

The Athenæum, journal; novembre et décembre 1840, in-4°.

Currency.... *Essai sur le Numéraire;* Londres, 1840, in-8°.

The historical.... *Réglement et Liste des membres de la Société historique des Sciences de Londres;* ½ feuille in-8°.

Observations.... *Observations sur les Tremblements de Terre récents ressentis sur la côte occidentale de l'Amérique du sud; par* M. Hamilton; in-8°.

Address.... *Discours du marquis* de Northampton, *président de la Société royale, à la séance annuelle du* 30 *novembre* 1840; in-8°.

Astronomische.... *Nouvelles astronomiques de* M. Schumacher; n° 413, in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome 9, n° 4.

Gazette des Hôpitaux; n° 8—10.

L'Expérience, journal de Médecine, n° 186; in-8°.

La France industrielle; tome 21, janvier 1841; in-8°.

» par magie. C'est bien la chose la plus merveilleuse qu'on puisse voir; et
» la première fois que je l'ai vue j'en ai été saisi d'une espèce d'étonnement.
» Mais voici une autre chose remarquable. On peut garder le tableau dans
» l'état d'invisibilité pendant *un mois* (peut-être plus long-temps encore),
» et cependant au bout de ce temps on le fait paraître avec la même facilité,
» et à peu près avec la même perfection, que si l'on avait opéré au pre-
» mier instant. N'y a-t-il pas de quoi étonner, même de nos jours,
» que les merveilles scientifiques se sont tellement multipliées? Ce fait est
» non-seulement très curieux; il me paraît devoir être aussi d'une grande
» utilité pratique. Car il permet à l'artiste de prendre des vues photogra-
» phiques un jour, et de les compléter et fixer un autre jour, lorsqu'il
» aura le temps nécessaire; de sorte qu'il n'aura à s'occuper que d'une
» chose à la fois.

» Voici une autre application de ce fait, qui peut présenter quelque
» utilité pratique. Je la propose comme *nouvelle méthode d'écriture se-*
» *crète,* qui offre un grand caractère de sûreté. Si une lettre écrite ainsi,
» *invisiblement,* tombe dans les mains de quelque étranger, en l'ouvrant il
» n'y trouvera qu'une feuille de papier blanc. Mais déjà, en l'ouvrant ainsi
» au grand jour, il l'a détruite, et l'écriture est ainsi devenue indéchif-
» frable à toujours. C'est aux diplomates que je recommande cette expé-
» rience, et à ceux qui aiment le mystère. »

» La lettre précédente est datée du 17 janvier 1841. Dans une autre
lettre datée du 28 du même mois, et que j'ai reçue hier, M. Talbot ajoute
ce qui suit :

« On peut garder le papier tout-à-fait préparé pendant *trois mois* (et
» sans doute plus long-temps encore) sans qu'il perde aucune portion de sa
» sensibilité. Pour cela il faut cependant que le papier soit exempt de toute
» matière étrangère capable d'exercer une réaction chimique perceptible.
» C'est ce qui a lieu dans les meilleurs papiers à écrire, mais seulement
» dans ceux-là.

» *P. S.* On a publié dernièrement, dans une de nos gazettes littéraires,
» un moyen d'agrandir beaucoup la sensibilité des plaques daguerriennes.
» Voici ce moyen, que je n'ai pas essayé, mais dont je vous prie de prendre
» note, au cas que l'annonce en soit passée inaperçue. Au lieu d'exposer
» la plaque à la vapeur d'iode, on la traite avec l'iodure de brome. Alors,
» dit l'auteur de cette expérience, on obtient une couche beaucoup plus
» sensible que par les moyens connus. »

OSTÉOGRAPHIE. — *Description iconographique comparée du squelette et du système dentaire des cinq classes d'animaux vertébrés récents et fossiles, pour servir de base à la Zoologie et à la Géologie; par* M. DE BLAINVILLE.

« M. de Blainville, en présentant à l'Académie le VIII[e] fascicule de son ouvrage, fascicule composé de douze feuilles d'impression et de dix-huit planches dans lesquelles le système osseux et le système dentaire de toutes les espèces récentes et fossiles du genre Ours, tel qu'il est circonscrit par les zoologistes modernes, sont décrits d'une manière étendue, en expose les conclusions générales en ces termes:

» Les animaux que nous désignons aujourd'hui sous le nom d'Ours, paraissent avoir été connus sans interruption depuis les temps historiques les plus reculés jusqu'à nous, sous le nom

» De *Dob* chez les Hébreux, nom que lui donnent encore les Arabes modernes;

» D'*Arctos* chez les Grecs;

» D'*Ursus* chez les Latins, d'où ses dénominations dérivées dans toutes les langues néo-latines;

» De *Beer* chez les nations germaniques;

» Et sans que l'on ait trouvé encore une étymologie un peu satisfaisante d'aucune de ces dénominations (1).

» Nous n'avons cependant encore trouvé aucun ouvrage d'art ancien, de quelque nature que ce soit, dans lequel un animal de ce genre soit représenté.

» Nous n'en connaissons non plus aucune partie qui en ait été conservée ni dans les tombeaux, ni dans les nécropolis égyptiennes.

» [Dans le passage où j'ai cité Hérodote pour avoir parlé des Ours

---

(1) J'ai été curieux de savoir si la langue chinoise offrirait quelque chose de plus satisfaisant. M. de Paravey, auquel je me suis adressé, a eu la complaisance de faire presque extemporanément des recherches sur les noms que les Chinois donnent à l'Ours. Je ne puis malheureusement employer dans un ouvrage de la nature du mien, la note étendue et fort intéressante qu'il a bien voulu m'envoyer. Mais ce qu'il en résulte de plus général, c'est que, d'après les noms inscrits dans les dictionnaires sous six clés différentes, les Chinois distinguent plusieurs espèces d'Ours, d'après la couleur ou d'après la taille: une blanche, une jaune, et une très grande; et qu'ils connaissent en outre les principales particularités de mœurs et d'usage de ces animaux.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er FÉVRIER 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Nouveaux détails sur les papiers impressionnables communiqués à* M. **Biot** *par* M. Talbot.

« Ayant eu le plaisir d'écrire à M. Talbot pour le remercier de m'avoir appris l'excessif degré de sensibilité qu'il était parvenu à donner aux papiers impressionnables, je lui annonçai les nouveaux faits qui avaient été découverts par M. Edmond Becquerel, et je le priai de vouloir bien essayer, sur ses préparations qui paraissaient être incomparablement plus sensibles, la persistance ou la non-persistance de l'impression produite par une action instantanée de la radiation. Je ne savais pas alors que cette alternative pourrait se décider avec les papiers imprégnés de bromure d'argent, aussi bien que je l'ai rapporté depuis à l'Académie. Mais la réponse qui m'a été adressée par M. Talbot contient sur ce point de nouveaux détails qui pourront l'intéresser.

» M. Talbot rappelle d'abord qu'il a publié en 1835, dans le *Philosophical Magazine* (vol. VII, p. 116), une expérience semblable (quant aux principes, ce sont les termes qu'il emploie) avec les résultats récemment obtenus par M. Edmond Becquerel. Un papier imprégné de nitrate d'argent, et recouvert sur la moitié de sa surface par un écran opaque, fut exposé par lui aux rayons solaires, pendant quelques heures, par un temps d'hiver. En raison de ces circonstances défavorables, aucun effet apparent ne fut produit, même sur la portion découverte. Alors l'écran étant supprimé, toute la surface fut exposée simultanément à la radiation du même côté du ciel, mais sans que le soleil lui parvînt. Au bout de quelques heures, la portion qui avait reçu primitivement la radiation solaire devint sensiblement colorée, tandis que la portion primitivement abritée avait conservé sa blancheur. J'ai vérifié la citation; elle est exacte.

» Lorsque M. Talbot me rappela ce fait, il ne pouvait pas encore connaître le rapport qui a été présenté à l'Académie sur le Mémoire de M. E. Becquerel. En convenant avec lui de l'identité du résultat, j'ai cru devoir lui faire remarquer que l'expérience de 1835 était faite dans des circonstances très complexes, d'où il eût été difficile de conclure immédiatement les modifications de l'impressionnabilité que M. E. Becquerel avait si nettement discernées, et si rigoureusement analysées dans son Mémoire. De sorte qu'elle me semblait avoir eu le sort de beaucoup d'autres faits, dont la valeur n'a pu être sentie qu'après que leur cause physique a été complétement reconnue, prouvée, et mise dans son véritable jour.

» Quant à la persistance de l'impressionnabilité, excitée pendant un instant, sans effet sensible, et ultérieurement continuée par une radiation de nature différente, M. Talbot ne l'a pas constatée sous cette forme, mais relativement aux agents chimiques, conformément à la seconde alternative exprimée dans le rapport. Voici ce qu'il me mande à ce sujet.

« Je me hâte, dès à présent, de vous dire que l'expérience que vous me
» proposez de faire, avec mon papier d'une très grande sensibilité (ou du
» moins une expérience analogue), m'est très bien connue, et réussit par-
» faitement, à peu près comme vous l'aviez prévu. On met une feuille de
» papier dans la chambre obscure : après quelques instants on la retire.
» On l'examine, et l'on n'y voit aucune impression, pas même un léger
» commencement du tableau. Cependant le tableau y existe déjà dans
» toute sa perfection, mais dans un état d'invisibilité complète. Par des
» procédés faciles, que je ferai connaître, on fait paraître le tableau comme

comme d'animaux sacrés chez les Égyptiens, j'ai suivi la traduction donnée par Gesner (*Quadrup.*, p. 953 *ad fin.*). Mais je dois dire que cet auteur paraît avoir un peu modifié le passage d'Hérodote.

» Voici en effet comment Larcher le traduit. Après avoir parlé des Chats, des Chiens, des Ichneumons, des Musaraignes, des Éperviers et des Ibis, qu'après les avoir embaumés on mettait dans des caisses sacrées pour les envoyer dans des villes déterminées, il ajoute : « Mais les Ours, qui sont » rares en Égypte, et les Loups qui n'y sont guère plus grands que des Re- » nards, on les enterre dans les lieux mêmes où on les trouve morts ; » par conséquent sans les embaumer. Ainsi il n'y a rien d'étonnant que leurs ossements ne soient pas parvenus jusqu'à nous. Mais il n'en résulte pas moins que les Ours existaient alors en Égypte, ce qui est confirmé par Prosper Alpin (*Hist. nat. Ægypt.*, lib. IV, cap. 9, p. 232), dans ce passage : *Ursis, Lupis, Vulpibusque ea provincia non est destituta, etiam hæc animalia non admodum ibi sint copiosa. Ursi ovibus nostratibus haud majores visuntur; omnesque ferè albicant et cicures nostratibus faciliùs redduntur minùsque feraciores sunt.* Ainsi c'était sans doute la même variété trouvée dernièrement en Syrie par M. Ehrenberg.]

» Les Ours étaient cependant sans doute bien plus abondants qu'ils ne le sont aujourd'hui à la surface de la terre, et surtout dans notre Europe tempérée (1), à en juger par l'énorme quantité d'ossements qu'ils ont laissés dans des terrains de nature et d'ancienneté très différentes.

» On en a trouvé en effet :

» 1°. Dans des terrains tertiaires et d'eau douce.

» A Sansan, en très petite quantité, il est vrai, avec des ossements d'animaux extrêmement variés, de différentes classes, de tous les ordres de mammifères, et d'espèces pour la plupart éteintes.

» A Gmünd, dans un calcaire également d'eau douce, que M. Herman de Meyer regarde aussi comme tertiaire, ce que ne contredit pas M. Boué (2).

---

(1) Pennant nous apprend, en effet, que les Ours de la Calédonie, si recherchés à Rome, à cause de leur férocité, ont continué d'exister en Écosse jusque vers 1057, et à peu près jusqu'à la même époque dans le pays de Galles, puisque les lois anciennes de l'Angleterre sur la chasse comprennent ces animaux comme gibier.

(2) MM. Owen et Lyell citent aussi (*Ann. of nat. Hist.*, nov. 1839), comme trouvée dans le Crag de Suffolk, une couronne de dent molaire supérieure droite, plus petite que dans les deux grandes espèces des cavernes de l'Allemagne, indiquant un animal

» A Mergel, entre Rosttock et Gorzke, d'après M. Kloden [*Beitrag. z. mineral. u. Geogr. Kenntn, d. Mark Brandenburg.* III (1830), p. 23], cité par M. Herman de Meyer, *Palæontolog.*, p. 47.

» 2°. Dans le diluvium ancien de l'Auvergne, dans la montagne de Périer, aux environs d'Issoire.

» 3°. Dans le diluvium des brèches osseuses du périple de la Méditerranée, assez rarement cependant, puisqu'on n'en cite qu'un ou deux fragments dans celle des environs de Pise, d'Oran, et dans les mines de fer exploitées à Kropp en Carniole.

» 4°. Dans le diluvium des cavernes surtout, et en quantité extrêmement considérable, au point qu'on a désigné sous le nom d'Ours des cavernes l'espèce dont ils proviennent.

» Ces cavernes, creusées dans des formations calcaires depuis celui de transition jusqu'à la craie inclusivement, et même jusqu'au terrain tertiaire, suivant les uns, quaternaire, suivant les autres, du midi de la France.

» A des hauteurs plus ou moins considérables au-dessus du niveau de la mer, depuis quelques pieds jusqu'à plusieurs centaines de toises; ouvertes à des expositions très différentes, mais, ce me semble, en général, méridionales, et souvent plutôt artificiellement que naturellement; c'est-à-dire que l'ouverture actuelle n'est pas toujours celle par laquelle les os ou les animaux dont ils proviennent ont pénétré.

» Sur le versant de régions plus ou moins élevées et couvertes de forêts vers les grandes vallées et leurs affluents.

» En Hongrie, dans la basse Autriche, et surtout en Franconie, dans les petites vallées affluant plus ou moins directement vers la vallée du Danube.

» En Hanovre, dans les monts et forêts du Hartz, vers l'Elbe et le Weser.

» En Westphalie, vers le Rhin.

» En Angleterre, à Kirckdale, à Preston, à Kent, etc., vers quelques petites vallées d'origine de dénudation, comme les désigne M. Buckland.

» Dans les environs de Liége, à Chokir, Fonds de Forêt, Goffontaine, etc., vers la Meuse.

---

de la taille de l'Ours commun, mais non identique, suivant eux, avec aucune des espèces fossiles.

En France,

» A Echotz, Fouvent, Oselles, versant des forêts et des pentes du Jura, vers le Doubs, c'est-à-dire à l'exposition méridionale.

» A Lunel-Viel, Fausan, Mialet, Bize, Miremont, Poudres, Sallèles, Caunes, Villefranche, etc., c'est-à-dire dans toute l'étendue du versant des Pyrénées-Orientales et des Cévennes à la Méditerranée.

» En Italie, dans le val d'Arno, versant aussi à la Méditerranée.

» En Carniole, à Adelsberg, sur le versant méridional à l'Adriatique, en assez grande quantité.

» 5°. Quant aux terrains de diluvium à découvert et d'alluvium proprement dit, je ne connais encore, du moins en Europe, aucun ossement d'ours qui en ait été retiré.

» L'état sous lequel on les trouve peut, sans doute, être plus ou moins altéré, suivant les circonstances qui les accompagnent; mais en général ils contiennent une proportion aussi considérable de gélatine que des os récents, et leur tissu n'est nullement altéré, ni même fendillé.

» Patterson Hayu avait même trouvé une mâchoire d'ours à laquelle tenait un morceau de peau, d'après Hogefland, qui cite ce fait. Je n'ai cependant jamais lu ni entendu dire que les extrémités des os longs de l'Ours des cavernes aient été trouvées encore encroûtées de leurs cartilages, comme on le dit positivement de ceux d'éléphant dans l'amas de Tiède.

» Ces ossements sont très rarement réunis en parties de squelette, et encore plus en squelette. M. Thirria en cite cependant un seul exemple. Ils sont, au contraire, presque toujours séparés, entassés pêle-mêle, brisés, fracturés, beaucoup moins cependant que ceux des brèches, dites osseuses, ce qui tient à ce qu'ils n'ont pas été exposés à l'air ni au soleil, comme le fait justement observer Hunter, quelquefois roulés, mais le plus ordinairement avec les angles des fracturés parfaitement entiers et non émoussés.

» Rarement à découvert, ils sont contenus ou enfouis à des profondeurs variables dans une argile plus ou moins rougeâtre, plus ou moins marneuse, formant quelquefois des espèces de couches, souvent même dans une croûte de stalagmite plus ou moins épaisse qui les entoure ou les agglutine avec des cailloux roulés ou non en plus ou moins grande abondance, provenant de roches voisines ou éloignées, et quelquefois aussi, mais rarement, avec des ossements d'autres mammifères d'espèces indigènes, et plus rarement encore avec des restes d'espèces exotiques.

» Les ossements ou dents qui se trouvent mêlés avec ceux d'Ours, mais

toujours ou presque toujours dans une proportion très minime, proviennent exclusivement d'animaux terrestres, rarement d'espèces qui n'existent plus ou n'ont jamais existé en Europe, comme Lion, Hyène, Éléphant et Rhinocéros, bien plus souvent d'espèces indigènes, sauvages ou domestiques.

» Il semble même hors de doute que dans plusieurs cavernes du midi de la France et des environs de Liége en Belgique, ils sont accompagnés d'os de l'espèce humaine ou de quelques produits de ses arts.

» Ces ossements d'Ours des cavernes proviennent d'individus des deux sexes et de tout âge, depuis celui de fœtus jusqu'à celui de la vieillesse. Cependant on peut dire qu'en général ils ont appartenu à des animaux parvenus à tout leur développement, à en juger par l'état vigoureux des os et du système dentaire.

» D'après la comparaison que nous avons pu faire à l'aide des éléments nombreux qui existent dans nos collections, aussi bien d'os d'Ours vivants que d'Ours des cavernes de toutes les parties de l'Europe, nous pensons que ceux-ci proviennent d'une seule et unique espèce, la même qui vit encore aujourd'hui en Europe, mais atteignant une taille presque gigantesque, comparativement avec la race qui finit d'exister dans les parties les plus reculées des Alpes et des Pyrénées, et assez peu différente de celle de l'Ours du nord-ouest de l'Amérique.

» Le mâle constituant les *U. giganteus, spelæus major, Pitorrii* et *Neschersensis;* et la femelle les *U. Arctoïdeus, Leodiensis,* dans la variété de première grandeur, comme dans celle de la seconde, le mâle est représenté par l'*U. spelæus minor,* et la femelle par l'*U. priscus.*

» Mais outre cette espèce, il faut en reconnaître une autre plus petite, et bien distincte, qui semble représenter en Europe l'*U. ornatus* de la Sud-Amérique et l'*U. Malayanus* de la Sud-Asie, savoir : l'*U. Arvernensis,* le même peut-être que l'*U. Etruscus,* et qui, anciennement existante dans l'Europe méridionale, a laissé ses traces dans un diluvium libre, et peut-être plus ancien que celui des cavernes.

» Quant à l'*U. Sivalensis* (Baker et Durand, *Journ. of the asiat. Soc. of Bengale*), c'est probablement à l'*U. labiatus* qu'il faut le rapporter, comme à l'*U. ornatus* les canines trouvées dans le Brésil (1), et à l'*U. Americanus* les

(1) M. Clossen vient de m'apprendre que M. Lund avait aussi reconnu des ossements d'Ours dans les cavernes du Brésil, qui en renferment en si prodigieuse quantité d'autres mammifères, mais sans indications d'espèces.

ossements des cavernes de la Nord-Amérique orientale, ce qui est même certain pour ces derniers, d'après ce qu'en dit M. le docteur Harlan.

» D'où il semblerait que parmi les ossements d'Ours conservés à la surface de la terre, et jusqu'ici recueillis dans des conditions assez différentes, la très grande partie aurait appartenu à l'espèce actuellement vivante dans le pays où ils ont été trouvés, et qu'une espèce de ce genre aurait cessé d'exister; espèce qui, en Europe, complétait le genre comme il l'est en Asie et en Amérique; espèce plus faible et habitant les parties de l'Europe la plus anciennement civilisée et en même temps peut-être la plus peuplée, ce qui a dû hâter sa disparition du nombre des êtres encore existants aujourd'hui.

» En sorte que l'état des choses par rapport à ce genre ne demanderait aucun cataclysme, aucun changement dans les conditions d'existence de la terre, mais seulement des progrès incessants dans le développement de l'espèce humaine en Europe. »

RAPPORTS.

ICHTYOLOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **Valenciennes** *intitulé :* Sur l'organe électrique du Malaptérure.

(Commissaires, MM. Geoffroy-Saint-Hilaire, Serres, Milne Edwards, Duméril rapporteur.)

« Nous venons rendre compte à l'Académie d'un Mémoire qui lui a été présenté par M. le professeur Valenciennes, et qui a pour titre : *Observations sur l'organe électrique du Malaptérure*, sur lequel MM. Geoffroy père, Serres, Milne Edwards et moi avons été chargés de faire un rapport.

» On sait que plusieurs poissons, de genres très différents, sont doués de la faculté de transmettre subitement et à volonté de fortes commotions électriques, soit pour éloigner leurs ennemis, soit afin de subvenir à leurs propres besoins en foudroyant ainsi ou en paralysant les animaux dont ils doivent se nourrir. Les organes qui paraissent destinés à produire le fluide électrique, à le condenser et à le retenir de manière à le laisser cependant échapper tout-à-coup et volontairement pour communiquer de vives commotions, n'ont été reconnus et décrits que dans certaines espèces. La structure et le siége de ces parties sont souvent très différents; dans la plupart ils ne sont même pas connus ou déterminés; de sorte que, sous ce point de vue, l'organisation n'a rien de général et qu'elle laisse encore

beaucoup à desirer, quoique cette étude soit véritablement curieuse et importante pour la physique et l'économie animale.

» Ce sont surtout les torpilles et quelques autres genres de la même famille des raies, qui ont fourni aux physiciens et aux naturalistes des occasions faciles de faire où de répéter des expériences, et de se livrer à des recherches d'organisation qui ont commencé à éclairer cette intéressante question.

» D'autres observations ont été faites en Amérique sur le gymnote ou anguille électrique; il suffit de rappeler à ce sujet les belles expériences de M. de Humboldt, consignées dans la relation de son voyage.

» Les naturalistes et les physiciens n'avaient pas eu occasion de faire des recherches sur le siége de l'organe sécréteur ou condensateur de l'électricité chez les sept ou huit autres espèces de poissons indiquées comme douées de cette propriété singulière, jusqu'en 1802. C'est à cette époque que l'un de vos Commissaires, M. Geoffroy père, ayant observé vivant en Égypte et rapporté de ce pays le Silure trembleur d'Afrique, désigné par M. de Lacépède sous le nom de *Malaptérure électrique*, en fit l'objet de ses recherches.

» Ce premier travail a été d'abord inséré dans le tome I des *Annales du Muséum d'Histoire naturelle* de Paris; mais ensuite l'auteur le présenta avec beaucoup plus de détails et avec de belles gravures, pl. XII, dans le grand ouvrage sur l'Égypte.

» En 1824 M. Rudolphi a donné, dans les Mémoires de l'Académie de Berlin, une description anatomique plus complète, et en particulier des figures très soignées de l'organe électrique dans ce même poisson.

» M. le professeur Valenciennes ayant à faire connaître l'histoire des Silures dans le grand ouvrage sur l'Ichthyologie qu'il a entrepris de publier avec G. Cuvier, a dû, pour le tome XV qui vient de paraître, se livrer à de nouvelles recherches. Il a reconnu des faits nouveaux qui font le sujet du Mémoire dont nous rendons compte. Il a mis sous les yeux de vos Commissaires les préparations anatomiques qui lui ont permis de vérifier et de rectifier quelques-unes des observations de ses prédécesseurs.

» Le fait le plus curieux et le plus important qui résulte de ses recherches, c'est la véritable structure de l'organe électrique, qui est composé d'un beaucoup plus grand nombre de feuillets aponévrotiques superposés que ne l'avaient indiqué et figuré les zootomistes qui l'avaient précédé dans ces investigations.

» Cette structure de l'organe électrique, quoique bien différente sous le

rapport des formes et de la division des lames aponévrotiques et celluleuses de celles qui ont été reconnues dans les torpilles, indique cependant une sorte d'analogie qu'il était intéressant de constater. Elle pourra peut-être en effet expliquer un jour l'action de cette sorte de pile voltaïque, formée par des lames ou cloisons membraneuses renfermant des cellules remplies d'une matière muqueuse et autour desquelles se subdivisent à l'infini les ramifications nombreuses du nerf latéral, qui chez les autres poissons provient, comme on le sait, du pneumo-gastrique, dont les branches se joignent et se lient à tous les filets nerveux sortant des intervalles que laissent entre elles les conjugaisons de chacune des vertèbres.

» Nous pensons que l'Académie doit savoir gré à M. Valenciennes des recherches auxquelles il s'est livré, et qui l'ont conduit à la découverte d'une circonstance particulière de structure dont la connaissance était importante, et pourra avoir des résultats utiles pour la science. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PALÉONTOLOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. JULES DE CHRISTOL, intitulé : *Recherches sur divers ossements fossiles attribués par* Cuvier *à deux Phoques, au Lamantin et à deux espèces d'Hippopotames et rapportés au* Metaxytherium, *nouveau genre de cétacés de la famille des Dugongs.*

(Commissaires, MM. Alexandre Brongniart, Cordier, de Blainville rapporteur.)

« L'un des plus justement célèbres naturalistes de la fin du dernier siècle et du commencement de celui-ci, l'un des associés les plus illustres de l'Académie des Sciences, Blumenbach, dans l'introduction de son *Archéologie de la Terre*, avait parfaitement senti que la Géologie paléontologique offrait quelque ressemblance avec l'histoire de la plupart des peuples, c'est-à-dire qu'elle avait traversé les époques mythologique et héroïque, avant de devenir réellement historique ou positive. La paléontologie est sans nul doute entrée dans cette dernière phase depuis près de cent ans, c'est-à-dire depuis les travaux de Hollmann, d'Esper, de Guettard et de Pallas, dans le dernier siècle. Toutefois il ne faut pas se dissimuler que même dans ces derniers temps, les travaux paléontologiques ont été trop souvent exécutés sous le point de vue d'une sorte de fantasmagorie spécieuse au milieu de laquelle il était difficile d'apercevoir la vérité, tant les procé-

dés de démonstration paraissaient exacts et presque mathématiques. On ne doit donc pas être étonné de trouver encore un certain nombre de géologues qui guidés par des sentiments respectables d'estime et de confiance pour les observateurs plutôt que par un examen approfondi et autoptique des observations, acceptent et propagent en tout ou en partie des déductions évidemment fausses qui découlent cependant et nécessairement de prémisses obtenues par ce mode de procéder. Ainsi, par exemple, pendant longtemps il était difficile de ne pas croire que dans notre Europe il se trouvait à l'état fossile des animaux qui n'existent actuellement que dans l'Amérique méridionale, et cependant tous les faits, à mesure qu'ils ont pu être mieux examinés, sont venus successivement contredire cette opinion, et les découvertes récentes faites par MM. Clausen et Lund dans les cavernes du Brésil, viennent aussi confirmer pour les ossements fossiles des deux continents l'observation de Buffon sur les espèces vivantes qui ne se trouvent jamais les mêmes dans l'un et dans l'autre, les parties les plus septentrionales exceptées.

» Toutefois, au milieu de l'entraînement fâcheux que nous venons d'indiquer, quelques bons esprits restés libres de convictions sentimentales ou intéressées, malheureusement trop communes pour les véritables progrès des sciences, ont commencé à réviser les bases sur lesquelles reposent un assez grand nombre d'assertions paléontologiques. Acceptant moins que jamais qu'une seule partie du squelette, même choisie, pût servir à le reconstruire tout entier; que le système dentaire soit en concordance nécessaire avec le système digital ou avec quelque autre partie du squelette; qu'une seule dent puisse suffire pour établir le genre; que la grandeur seule puisse caractériser les espèces, on a fait entrer dans les éléments différentiels l'âge, le sexe et les conditions favorables ou défavorables d'existence, et par conséquent de développement : dès-lors il a été facile de reconnaître que les limites de variations des différentes pièces du squelette sont bien plus étendues qu'on ne l'avait supposé d'abord. En effet, c'est ce que confirment tous les jours et de plus en plus nos collections ostéologiques, à mesure qu'elles s'étendent, et surtout qu'elles se complètent d'une manière plus convenable; d'où il est résulté que les assertions paléontologiques ont dû être de moins en moins tranchées, à mesure qu'elles ont été plus exactes et reposant sur une investigation plus rationnelle. En faisant entrer ensuite les conditions tirées de l'histoire naturelle des animaux vivants, on a pu voir que certaines espèces, pour ne pas dire toutes, quand on a égard à l'harmonie de la création, peuvent

être influencées en plus ou en moins par suite du développement matériel et intellectuel de l'homme; au point que quelques-unes ont pu disparaître de temps historique et presque sous nos yeux de certaines contrées et même de la surface de la terre, comme cela a eu lieu pour le Dronte ou le Dodo dans la classe des oiseaux.

» M. Jules de Christol s'est montré peut-être un des premiers parmi les paléontologistes qui ont senti de bonne heure combien était peu assurée et surtout combien était légère la marche trop long-temps suivie par quelques naturalistes. Aussi tous ses travaux ont-ils un caractère sérieux et indépendant, et n'a-t-il pas craint à plusieurs reprises d'émettre une opinion contraire à celle de personnes qui l'avaient précédé dans le même genre de recherches.

» C'est ainsi qu'il a montré déjà, depuis plusieurs années, que les os fossiles sur lesquels M. G. Cuvier avait établi son Hippopotame moyen ne provenaient pas d'un Hippopotame, mais bien d'un animal du genre des Lamantins ou des Dugongs, qui vivent, il est vrai, également dans l'eau, qui sont également herbivores, mais qui n'appartiennent pas à la même famille naturelle.

» Le nouveau Mémoire que M. Jules de Christol a soumis au jugement de l'Académie et qu'elle a renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Brongniart, Cordier, et de moi, est, pour ainsi dire, une continuation de celui dont nous venons de parler, et porte encore sur la rectification d'une erreur échappée à M. G. Cuvier, au sujet d'ossements attribués par lui à une espèce de Phoque, animaux marins, carnassiers, et que M. de Christol pense être aussi d'un Dugong. Au reste voici le fait. Dès le commencement de ses nombreuses publications sur les ossements fossiles des quadrupèdes vivipares et ovipares, M. G. Cuvier avait reçu de M. Renou, alors professeur d'Histoire naturelle à l'école centrale de Maine-et-Loire, à Angers, deux fragments d'os du bras ou d'humérus trouvés dans cette espèce de terrain de crag qui constitue les falunières de la Touraine, fragments assez roulés, surtout l'un; et il avait pensé qu'ils provenaient de deux espèces différentes du genre Phoque, l'une d'une taille supérieure à l'autre. A l'époque où M. Cuvier publiait la première édition de son Mémoire, la collection ostéologique du Muséum n'était pas encore parvenue au point de richesse où elle est aujourd'hui, et elle ne contenait pas de squelette de Dugong, en sorte que l'erreur était excusable; mais malheureusement dans la deuxième édition des *Ossements*

fossiles de M. Cuvier, en 1825, époque à laquelle il avait à sa disposition un squelette de cet animal, cette même assertion se trouva répétée.

» C'est à la relever qu'est principalement consacré le Mémoire de M. de Christol. D'abord il eut la pensée que les deux fragments d'os non-seulement n'avaient pas appartenu à deux espèces ou deux individus de tailles différentes, mais qu'ils provenaient du même os, l'un seulement, l'inférieur, ayant été un peu plus altéré, un peu plus roulé que l'autre. Il me fit connaître son idée par M. Coste, l'un de mes élèves, bien connu de l'Académie, et en même temps qu'il pensait que l'os entier n'était pas un humérus de Phoque, mais d'un Lamantin. Comme je préparais dès-lors les matériaux de mon Mémoire sur les Phoques de Linné, je fus intéressé à vérifier aussitôt les suppositions avancées par M. de Christol. Dans le but de peser la première, il me fut aisé de m'assurer de suite que c'était plutôt avec le Dugong que devait être établie la comparaison, comme au reste il paraît que le pensait M. de Christol lui-même, malgré ce que m'en avait dit M. Coste, par inadvertance sans doute. Dès-lors, pour vérifier la seconde, je fis rapprocher, et sous mes yeux, par M. Merlieux, habile sculpteur, chef de l'atelier de moulage du Muséum, les deux morceaux, en suppléant à ce qui pourrait manquer par de la terre glaise; après quoi je fis ensuite mouler l'os ainsi restitué, et l'on put aisément s'assurer que la présomption de M. de Christol était pleinement vérifiée, ce que j'annonçai avec plaisir à M. Coste, qui se hâta sans doute de le faire savoir à son ami. Aussi me suis-je empressé de faire cette rectification et d'en discuter les preuves dans mon ostéographie des Phoques, en comparant l'humérus fossile en question avec celui de plusieurs espèces de Phoques, de Lamantins et du Dugong.

» M. de Christol, dans le Mémoire dont nous sommes chargés de rendre compte, a nécessairement détaillé encore plus que nous son opinion, par une comparaison fort étendue, accompagnée des figures nécessaires pour faciliter la démonstration, mais il a été plus loin.

» D'abord il rapporte à la même espèce animale que l'humérus dont il vient d'être parlé, les deux os de l'avant-bras *radius* et *cubitus*, trouvés également dans les environs d'Angers avec l'humérus et que M. Cuvier avait rapportés à une espèce de Lamantin différente des deux espèces aujourd'hui connues. En effet, quoique M. Cuvier ait ajouté dans son Mémoire que ces os viennent encore moins d'un Dugong que de celles-ci, M. de Christol parvient aisément, mais par une comparaison minutieuse, à établir l'opinion contraire, que c'est un avant-bras de Dugong; peut-être même,

ajoute-t-il, du même animal que les deux fragments d'humérus cités plus haut. Ils nous semblent cependant un peu trop petits pour cela.

» Enfin, prenant encore un fragment de crâne du même pays et que M. Cuvier a aussi rapporté à un Lamantin, M. de Christol, quoiqu'il n'ait eu à sa disposition que les figures données par M. Cuvier, démontre, en rectifiant une erreur échappée à celui-ci, qui avait pris pour os du nez l'os prémaxillaire ou incisif, ou mieux la place de leur articulation avec le frontal, que c'est encore à un Dugong que cette pièce doit être rapportée.

» M. de Christol suppose aussi qu'une vertèbre atlas, et des côtes, que M. Cuvier a regardées, la première comme d'un Morse, et les autres d'un Lamantin, proviennent encore de la même espèce animale; c'est aussi ce que nous avions admis pour ces ossements de la collection paléontologique du Muséum, qu'en effet nous n'avons point compris dans nos Phoques fossiles.

» Les différences observées par M. de Christol dans chacune de ces pièces comparées avec leurs analogues dans le Dugong, espèce singulière de la famille des Lamantins, qui des mers de l'Inde paraît venir jusque dans la mer Rouge, le portèrent à supposer que ce pourrait bien être un type générique distinct. Dans cette idée il se rappela une portion de mâchoire inférieure pourvue de dents molaires qui avait fait le sujet d'un Mémoire envoyé à l'Académie en 1834, dans lequel il démontrait une autre erreur de M. Cuvier, qui avait attribué des dents semblables à celles de cette pièce à une espèce d'Hippopotame, qu'il avait nommée *H. medius*. M. de Christol avait en effet mis hors de doute que c'était plutôt une mâchoire de Dugong avec des molaires de Lamantin, devant s'ajuster à une tête ayant ses prémaxillaires recourbés et munis de défenses; et comme dès-lors et depuis ce temps il a également recueilli dans les sables tertiaires des environs de Montpellier, 1° un crâne fort mutilé, il est vrai, mais semblable à la partie de tête attribuée par M. Cuvier à un Lamantin, et dont les dents, assez semblables à celles de ce dernier animal, étaient cependant identiques avec celles de l'*Hippopotamus medius* de M. Cuvier; crâne sur lequel il a tout dernièrement envoyé une Note supplémentaire à l'Académie; 2° le temporal d'un autre crâne; 3° une vertèbre lombaire et plusieurs autres vertèbres dorsales et caudales; 4° plusieurs côtes, une portion d'omoplate, des os en V et un os rudimentaire du bassin;

» Et quoiqu'il ne pût, à défaut certainement d'une comparaison effective, reconnaître aucune différence appréciable avec celles qui leur correspondent dans le Dugong, M. de Christol se crut cependant autorisé à faire

de l'espèce fossile un genre distinct, qu'il nomme *Metaxytherium*, voulant indiquer par-là un être intermédiaire aux Dugongs et aux Lamantins, ressemblant en effet par tout son squelette et ses défenses au premier, et par ses molaires au second, genre qui n'était peut-être pas absolument nécessaire, mais que l'on peut cependant admettre en suivant les principes de zooclassie reçus par la plupart des zoologistes qui ont exagéré l'importance du système dentaire.

» Quoi qu'il en soit, de ces faits critiques et démonstratifs, que vos Commissaires regardent comme acquis à la science, M. de Christol conclut :

» 1°. Que l'Hippopotame moyen de M. G. Cuvier doit être rayé de la liste des animaux fossiles ;

» 2°. Que l'Hippopotame douteux doit aussi être supprimé, puisqu'ils ne reposent l'un et l'autre que sur des dents du Dugong fossile ;

» 3°. Que le crâne du Lamantin fossile des environs d'Angers n'est pas un Lamantin, mais un Dugong ;

» 4°. Que les deux fragments d'humérus attribués à deux os différents et à deux animaux de taille différente, proviennent du même os ;

» 5°. Que cet os n'est pas d'un Phoque, animal carnassier, mais d'un Dugong, animal herbivore ;

» 6°. Que les deux os de l'avant-bras attribués à un Lamantin, par M. Cuvier, sont également d'un Dugong ;

» 7°. Que peut-être le Dugong fossile d'Angers constituait une espèce distincte de celle des bords de la Méditerranée : en effet, il y a entre les deux humérus au moins une grande différence de taille ; et comme c'est la considération de l'humérus du prétendu Phoque des environs d'Angers qui l'a conduit à révéler ces erreurs, M. de Christol ajoute que l'humérus, chez les mammifères et chez beaucoup d'autres animaux vertébrés, est de tous les os du squelette celui qui dévoile le plus sûrement l'ensemble de l'organisation animale ; assertion vraie dans de certaines limites, comme l'un de nous l'a démontré depuis longues années dans un Mémoire lu devant l'Académie, sur l'articulation huméro-radio-cubitale, mais qu'il ne faudrait pas pousser trop loin ; car entre un os quelconque du squelette d'un animal vertébré, et un autre os, sauf ceux qui sont en contact articulaire avec lui, il n'y a aucun rapport rigoureusement nécessaire et par conséquent défini.

» Comme résultats géologiques, les faits démontrés par M. de Christol ne doivent guère changer ce qu'on avait pu conclure de l'existence des os en question alors qu'ils étaient considérés comme provenant de Phoques

ou de Lamantins, puisque les terrains tertiaires dans lesquels ils ont été trouvés restent ce qu'ils étaient, de formation marine; mais comme résultats zoologiques, ils deviennent d'un haut intérêt, d'abord parce qu'ils nous font connaître un chaînon de plus servant à lier les Lamantins aux Dugongs, et qu'ils confirment la place du Dinotherium dans cette famille. Mais en outre ils nous montrent que dans des temps plus ou moins reculés de l'époque où nous vivons, tous les golfes de notre Europe où aboutissent de grands fleuves nourrissaient une espèce plus ou moins distincte de cette famille, comme il s'en trouve encore une aujourd'hui dans les pays où la civilisation n'a pas porté l'espèce humaine en masse, nécessairement destructive de l'harmonie de la création: par exemple, dans l'Archipel indien, dans la mer Rouge où se trouve le Dugong, et dans le golfe du Kamtschatka, où vit exclusivement le Lamantin de Steller.

» Ainsi dans la vaste embouchure du Rhône, dans le golfe de Lyon, existait l'espèce rétablie par M. de Christol, peut-être la même que celle qui vivait dans l'Océan d'Homère ou dans le golfe du Nil; car les ossements trouvés par M. Lefèvre, de l'autre côté du Caire, dans un calcaire crétacé, viennent probablement d'une espèce de Lamantin plutôt que d'un Phoque.

» Dans le golfe du Pô s'en trouvait aussi une, celle dont les ossements ont été découverts dans les collines subappennines des environs de Montiglio, dans le Montferrat, et dont M. le docteur Bruno a fait un genre sous le nom de *Cheirotherium*.

» Le golfe de Gascogne, à l'embouchure élargie de la Garonne, en possédait aussi une espèce, peut-être la même que celle des environs d'Angers ou du golfe de l'Ouest, comme il en existe une vivante aujourd'hui à l'embouchure des grands fleuves de l'Afrique occidentale, et une autre, presque en face, dans le golfe de l'Amazone, dans la Sud-Amérique.

» Le golfe du Rhin nourrissait le Dinotherium qui se trouvait aussi dans d'autres golfes européens, et peut-être alors une autre espèce existait-elle dans le golfe de Saint-Laurent; car on ne peut pas supposer qu'elle y existe encore, et qu'elle ait échappé jusqu'ici à l'observation; à moins toutefois que le Mastodonte, qui fait évidemment le passage des gravigrades terrestres ou Éléphants, aux gravigrades aquatiques ou Lamantins, ne soit le représentant de cette famille dans la Nord-Amérique.

» Ainsi se trouve répété ce que l'un de nous a constaté pour les Dauphins d'eau douce, dont une espèce est encore vivante dans le Saint-Laurent, au nord de l'Amérique, dans l'Amazone et les autres grands fleuves au sud de ce continent: ce qui fait présumer qu'il en existe aussi dans

quelque grand fleuve de l'Afrique occidentale; une autre dans le Gange, en Asie, et une autre éteinte dont se trouvent des restes fossiles dans le golfe de Gascogne et dans l'ancienne embouchure de la Garonne. Peut-être même pourra-t-on trouver quelque chose de semblable dans la découverte d'un cétacé vivant à l'entrée de la mer des Indes, qui est parfaitement l'analogue, au moins génériquement, de celui dont M. G. Cuvier a décrit des crânes presque entiers trouvés dans l'argile des bassins d'Anvers, dont il a fait, sous le nom de *Ziphius*, un genre perdu, ayant disparu avec les Paléothériums et les Anoplothériums de nos plâtrières. En effet, la tête complète d'une espèce vivante aux Séchelles, et que nous devons à M. Le Duc, nous a montré qu'il existe encore une espèce analogue dans les mers du Nord, et que c'est le *Physalus bidens* de Sowerby, que M. Cuvier lui-même a décrite sous le nom de Dauphin microptère, sans soupçonner le rapport qu'il y avait entre cet animal et son Ziphius.

» Quelque éloignés que paraissent être ces faits du sujet de notre Rapport, nous espérons que l'Académie en les appréciant sentira davantage comment des travaux du genre de ceux de M. de Christol, s'ils n'ont pas un effet direct, immédiat sur la Géologie proprement dite, en ont au moins de fort importants pour la Zoologie : aussi, après avoir reconnu combien le Mémoire de M. de Christol est écrit avec convenance dans les parties critiques, avec sagacité dans les raisonnements et les faits qu'il donne à leur appui, proposons-nous à l'Académie d'encourager les travaux ultérieurs de M. de Christol, en donnant son entière approbation à celui-ci. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

ARITHMÉTIQUE. — *Rapport sur une méthode abrégée de multiplication, présentée à l'Académie par* M. THOYER.

(Commissaires, MM. Coriolis, Sturm, Aug. Cauchy rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Coriolis, Sturm et moi, de lui rendre compte d'un Mémoire, dans lequel M. Thoyer, employé à la Banque de France, expose une méthode abrégée de multiplication, propre à fournir la somme des produits que l'on peut former avec les termes correspondants de deux suites composées, l'une de nombres quelconques, l'autre de nombres entiers inférieurs à 100.

» Avant d'examiner cette méthode, il ne sera pas inutile de dire en peu de mots comment M. Thoyer a été conduit à l'imaginer. On sait que la

Banque de France escompte les effets jusqu'à trois mois de date, au taux de 4 pour 100, ou plus exactement de $\frac{1}{9000}$ par année. De plus, chaque effet présenté à la Banque se trouve accompagné d'un bordereau qui contient, entre autres indications, celle de l'escompte que la Banque doit retenir. Ainsi, pour me servir de l'expression reçue, c'est le *présentateur* qui calcule lui-même la perte qu'il aura à subir. Mais on sent combien il est nécessaire que la Banque puisse vérifier à la fin de chaque journée si la somme des escomptes calculés par les présentateurs est bien celle qui lui est due pour *l'escomptage* des effets admis. C'est pour obtenir une telle vérification que le contrôleur de la Banque a prescrit la formation journalière d'un tableau composé de trois colonnes, dont la première renferme, dans chaque ligne horizontale, la somme des effets escomptés à une même échéance, tandis que la seconde colonne offre le nombre des jours produisant intérêt, et la troisième les produits des nombres correspondants que contiennent les deux premières colonnes. La somme de ces produits, divisée par 9000, donne évidemment pour quotient la somme des escomptes acquis à la Banque dans le jour que l'on considère. Or, comme l'échéance ne peut être reculée au-delà de trois mois, le nombre des jours produisant intérêt ne s'élève jamais, même eu égard aux jours fériés, au-delà de 93 ou 94. La question se réduit donc à trouver une somme des produits formés avec des multiplicandes quelconques, mais avec des multiplicateurs entiers, dont le plus grand est inférieur ou tout au plus égal à 94.

» Pour résoudre facilement cette question, M. Thoyer écrit les multiplicandes dans une table à double entrée, analogue à la table de Pythagore. Seulement les chiffres

$$0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,$$

placés au-dessus ou en avant de la première colonne verticale ou horizontale, au lieu de représenter les deux facteurs d'un produit, représentent d'une part les unités et d'autre part les dixaines des multiplicateurs. Or, comme le produit d'un nombre quelconque par un multiplicateur donné est la somme des produits du même nombre par les diverses parties de ce multiplicateur, on peut affirmer que la somme totale cherchée devra résulter de l'addition des nombres que l'on obtiendra quand on multipliera par l'un des multiplicateurs

$$0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,$$

la somme des multiplicandes renfermés dans la première, la seconde, la troisième, la quatrième... colonne verticale, ou par l'un des multiplicateurs

o, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90,

la somme des multiplicandes renfermés dans la première, la seconde, la troisième, la quatrième... colonne horizontale. Donc aux multiplicandes donnés, dont le nombre peut s'élever à 93 ou 94, la table imaginée par M. Thoyer substitue 20 autres multiplicandes dont les 10 derniers, décuplés, pourront être immédiatement ajoutés aux 10 premiers. Alors on n'aura plus à considérer, avec M. Thoyer, que 10 multiplicandes artificiels, qui devront seulement être multipliés par l'un des multiplicateurs

o, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

» On pourrait à la rigueur se dispenser de calculer les multiplicandes correspondants au multiplicateur zéro. Mais le calcul de ceux-ci, bien loin d'être inutile, fournit au contraire une preuve très sûre de l'exactitude des différentes sommes écrites au bas ou à la suite de chaque colonne verticale ou horizontale, puisque évidemment les sommes de l'une ou de l'autre espèce, ajoutées séparément les unes aux autres, doivent reproduire un seul et même nombre. C'est ce qu'a fort bien remarqué M. Thoyer, et les seuls perfectionnements dont son tableau nous paraisse encore susceptible consisteraient, 1° à écrire les divers chiffres de chacun des multiplicandes donnés sur des lignes horizontales distinctes, afin que l'addition des multiplicandes compris dans une même colonne horizontale puisse s'effectuer aussi aisément que l'addition des multiplicandes compris dans une même colonne verticale; 2° à écrire pareillement sur diverses lignes horizontales les divers chiffres de chaque somme et de chacun des dix multiplicandes artificiels, afin de pouvoir reconnaître plus facilement si la somme de ces derniers est égale, comme elle doit l'être, à la somme faite du nombre dont nous parlions tout-à-l'heure et de ce même nombre décuplé.

» Quant à la somme des produits formés avec neuf des multiplicandes artificiels et les multiplicateurs

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,

M. Thoyer l'a calculée en se servant de la méthode ordinaire de multi-

plication; mais on peut substituer avec avantage à l'emploi de cette méthode la construction d'un second tableau, dans lequel la même somme se déduirait simplement de l'addition. En effet, pour obtenir la somme dont il s'agit, il suffira d'ajouter le dernier des multiplicandes artificiels à l'avant-dernier, la somme partielle des deux derniers au précédent, etc., de continuer ainsi jusqu'au moment où l'on aura trouvé la somme partielle des neuf multiplicandes correspondants aux multiplicateurs

$$1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9;$$

puis de réunir toutes les sommes partielles obtenues. En effectuant la même opération sur les multiplicandes artificiels, pris dans un ordre inverse, on obtiendra facilement la preuve de l'opération que nous venons d'indiquer, et l'on pourra encore, par une seule addition, s'assurer qu'il n'y a pas d'erreurs dans le calcul de la neuf-millième partie de la somme totale à laquelle on sera parvenu.

» Dans un supplément à son Mémoire, M. Thoyer observe avec raison que sa méthode abrégée peut être étendue, avec de légères modifications, au cas où l'on emploie des multiplicateurs entiers supérieurs à 99, mais inférieurs à 1000, de manière à devenir applicable aux calculs qu'exigent les opérations des diverses banques, des maisons de banque, des caisses d'épargne, et des autres établissements financiers. En des cas semblables, il pourrait être avantageux de former, dans trois tableaux séparés, les sommes des multiplicandes correspondants à des chiffres donnés qui représenteraient des unités, ou des dixaines, ou des centaines des nombres entiers pris pour multiplicateurs.

» Quant à ce qui concerne la Banque de France en particulier, on ne peut douter que la méthode imaginée et mise en pratique par M. Thoyer n'offre de grands avantages, et ne rende plus sûre et plus prompte la vérification des escomptes des effets admis chaque jour, en réduisant à une demi-heure environ le travail d'une demi-journée. La sûreté et la promptitude dont il s'agit pourront encore être augmentées à l'aide des perfectionnements que nous avons indiqués, surtout si la Banque fait lithographier des modèles de tableaux semblables à ceux que nous avons construits et qui seront joints à ce Rapport.

» En résumé, nous pensons que la méthode imaginée par M. Thoyer, pour simplifier le calcul des escomptes acquis journellement à la Banque de France, et rendre plus certain le résultat de ce calcul, atteindra par-

faitement le but que l'auteur s'est proposé, et que cette méthode mérite l'approbation de l'Académie. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Mémoire sur l'amputation dans l'articulation tibio-tarsienne; par* M. BAUDENS. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Serres, Roux, Double, Breschet.)

« Dans ce Mémoire, dit l'auteur, nous avons exposé le procédé opératoire que nous avons créé pour cette opération, nous avons tracé l'histoire de notre amputé, et nous terminons par des considérations d'ensemble et comparatives; nous nous bornerons ici à exposer sommairement notre procédé opératoire.

» Et d'abord, disons que nous avons étendu à l'amputation tibio-tarsienne la méthode mixte que nous avons créée et généralisée en 1836 pour toutes les amputations. Cette méthode mixte, nous l'avons faite en prenant dans les autres méthodes ce qu'elles offrent d'avantageux, et en rejetant ce qu'elles ont de vicieux.

» Dans le premier temps opératoire, toutes les parties sont coupées en arrière et sur les côtés de l'articulation, en prolongeant l'incision sur le dos du pied jusqu'à la racine des orteils, de façon à découper une vaste guêtre tégumentaire, comme on le voit sur la gravure n° 1.

» Dans le deuxième temps, cette guêtre est relevée jusqu'au-dessus des malléoles.

» Dans le troisième temps, on abat les deux malléoles au niveau de la partie moyenne articulaire de la mortaise péronéo-tibiale. Chez les enfants, les malléoles n'existant qu'à l'état d'épiphyse, il suffirait pour les retrancher de recourir au couteau et non à la scie, suivant les remarques judicieuses qui m'ont été faites par le savant M. Serres.

» Dans le quatrième temps, on procède au pansement. Le militaire que nous avons amputé de cette manière, il y a huit mois, est ici présent. Depuis long-temps il marche à l'aide d'une bottine grossière, de 10 à 12 fr., et en appuyant de tout le poids de son corps sur le pilon sans éprouver de souffrances.

» Un coussinet adipo-celluleux se développe par la marche, le tissu cutané se durcit, les parties molles débordent la circonférence osseuse, et donnent au moignon l'aspect d'un pied d'éléphant.

» Au point de vue de la guérison, cette amputation devra compter plus de succès que l'amputation de la jambe au-dessous de la rotule, et comme conséquence elle est infiniment préférable à celle-ci, parce que, conservant à la jambe son intégrité, elle rend la marche plus facile, et permet de dissimuler la perte du pied.

» Comparée à l'amputation sus-malléolaire, elle doit lui être préférée pour des raisons essentielles : la première, parce qu'elle se pratique plus loin du tronc ; la deuxième, parce qu'elle n'emprunte pas, comme elle, de point d'appui sur l'ischion et sur le genou ; et enfin parce qu'elle n'exige point, pour la marche, une machine dont le prix élevé et les complications la feront repousser du pauvre. »

M. **Du Potet** lit une Note sur des effets qu'il annonce avoir obtenus chez des *sourds-muets* de naissance soumis aux pratiques du magnétisme animal; il met sous les yeux de l'Académie un enfant âgé de sept ans qu'il dit avoir soumis depuis quelque temps à ce mode de traitement avec un succès marqué, succès que pourra apprécier la Commission qui sera chargée d'examiner l'enfant et de prendre connaissance des documents constatant son état antérieur.

(Commissaires, MM. Magendie, Savart, Becquerel, Breschet.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Riedl de Levenstein** adresse de Vienne un Mémoire ayant pour titre : *Recherches synthétiques sur les éléments des équations numériques supérieures*.

(Commissaires, MM. Sturm, Liouville.)

M. **Jerichow** présente la description d'un instrument de physique de son invention, qu'il désigne sous le nom de *thermomicromètre*.

(Commissaires, MM. Arago, Liouville.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet une Note qui lui a été adressée de Cork en Irlande, par M. *Walsh,* et qui a rapport à la résolution générale des équations.

M. Cauchy est prié de prendre connaissance de cette Note et de faire savoir à l'Académie si elle est de nature à devenir l'objet d'un rapport.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur une question relative à la théorie des nombres; par* M. J. Binet.

« A l'occasion du Rapport que M. Cauchy a lu à la dernière séance de l'Académie, et où l'on trouve l'exemple d'un cube égal à la somme de trois autres, savoir,

$$6^3 = 5^3 + 4^3 + 3^3,$$

j'ai examiné la solution qu'Euler a donnée de l'équation

$$x^3 + y^3 + z^3 = v^3$$

en nombres entiers : il résulte de sa méthode des expressions pour x, y, z et v, qu'il n'écrit pas, mais qui sont des fonctions de quatre lettres. Pour leur donner une expression plus régulière, on supposera qu'il s'agisse de l'équation

$$x^3 + y^3 = x'^3 + y'^3.$$

La méthode d'Euler employée d'une manière correcte conduit facilement à ces valeurs

$$\begin{aligned}
x &= (f^2 + 3g^2)^2 - [ff' + 3gg' + 3fg' - 3f'g]\,(f'^2 + 3g'^2),\\
y &= -(f^2 + 3g^2)^2 + [ff' + 3gg' - 3fg' + 3f'g]\,(f'^2 + 3g'^2),\\
x' &= (f^2 + 3g^2)\,[ff' + 3gg' - 3fg' + 3f'g] - (f'^2 + 3g'^2)^2,\\
y' &= -(f^2 + 3g^2)\,[ff' + 3gg' + 3fg' - 3f'g] + (f'^2 + 3g'^2)^2.
\end{aligned}$$

f, f', g, g' sont quatre nombres que l'on peut prendre à volonté; si on leur donne des valeurs rationnelles, on en déduira de semblables valeurs pour x, y, x', y', et par suite des valeurs entières, puisqu'il suffira de les

ramener à un dénominateur commun et de ne prendre que les numérateurs des fractions.

» En considérant avec un peu d'attention la composition de ces formes, j'ai reconnu que l'on pouvait remplacer ces fonctions de quatre lettres par des expressions notablement plus simples, savoir :

$$\begin{aligned} x &= (a^2 + 3b^2)^2 - a + 3b, \\ y &= -(a^2 + 3b^2)^2 + a + 3b, \\ x' &= (a^2 + 3b^2)(a + 3b) - 1, \\ y' &= -(a^2 + 3b^2)(a - 3b) + 1, \end{aligned}$$

lesquelles résultent des précédentes en y posant $f' = 1$, $g' = 0$; ainsi ces dernières valeurs de x, y, x', y', données par Euler comme particulières, peuvent dans tous les cas tenir lieu des expressions qui renferment quatre lettres, à un facteur près commun aux quatre valeurs, facteur qui peut toujours être écarté ou réintroduit à volonté, quand il s'agit de satisfaire à une équation homogène telle que

$$x^3 + y^3 = x'^3 + y'^3.$$

» J'indiquerai dans une Note que j'écris en ce moment, le mode de transformation qui conduit à ce résultat, ainsi que le procédé direct qui permet d'obtenir aisément les expressions simples des inconnues. Il est applicable à des formes d'équations plus composées que la précédente, et repose, au reste, sur des principes depuis long-temps employés dans la théorie des nombres.

» Aux formes précédentes des valeurs de x, y, x', y', on peut encore substituer celles-ci :

$$\begin{aligned} x &= 3\beta + 9(\alpha^2 + \beta^2 - \alpha\beta)^2, \\ y &= 3\alpha - 9(\alpha^2 + \beta^2 - \alpha\beta)^2, \\ x' &= 9\alpha(\alpha^2 + \beta^2 - \alpha\beta) - 1, \\ y' &= 9\beta(\alpha^2 + \beta^2 - \alpha\beta) + 1, \end{aligned}$$

qui satisfont d'une manière générale à l'équation

$$x^3 + y^3 = x'^3 + y'^3,$$

en prenant pour α et β des quantités entières ou fractionnaires. Si l'on y

pose

$$\alpha = \beta = 1,$$

on trouve

$$x = 3 + 9 = 12, \quad x' = 9 - 1 = 8,$$
$$y = 3 - 9 = -6, \quad y' = 9 + 1 = 10.$$

Ces nombres ont le facteur commun 2, et après l'avoir écarté il reste

$$x = 6, \quad y = -3, \quad x' = 4, \quad y' = 5,$$

en sorte que

$$6^3 = 3^3 + 4^3 + 5^3:$$

c'est l'exemple cité par M. Cauchy. »

NAVIGATION INTÉRIEURE. — *Sur la possibilité d'emprunter au lac de Genève, au moyen d'un barrage, la quantité d'eau nécessaire pour rendre le Rhône navigable au printemps et en automne; par* M. **VALLÉE**.

« Il m'est venu, pour la navigation du Rhône, une idée que j'ai eu l'honneur de vous communiquer en août dernier, et qui, pouvant être appliquée ailleurs, vous a paru mériter quelque attention. Plusieurs journaux français et suisses en ont parlé, mais d'une manière toujours fautive ou incomplète.

» Cette idée consiste à faire des lacs de Genève, du Bourget et d'Annecy, des réservoirs destinés à grossir le Rhône, pour le maintenir en bon état de navigation aux deux époques du printemps et de l'automne (de trois mois ensemble de durée moyenne), pendant lesquelles, chaque année, il cesse d'être marchand.

» Le lac de Genève, à lui seul, présente une superficie d'environ 600 millions de mètres carrés. Ses eaux s'élèvent en été et s'abaissent en hiver, et la différence des plus basses et des plus hautes eaux est de $2^{m},67$. Quand elles sont trop hautes, elles inondent divers terrains, et quand elles sont basses la navigation du lac est gênée. Il serait donc important pour le pays de régler les hauteurs du lac entre des limites bien fixes et bien appropriées aux besoins de la Suisse, de la Savoie et de la France, qui sont trois états intéressés à ce que le Rhône soit bien navigable.

» Toutes choses paraissent avoir été disposées admirablement par la nature pour que ce but soit atteint. Un barrage, susceptible d'être ouvert

au besoin, peut être établi à Genève, et le fond du fleuve étant argileux, on peut le creuser, et augmenter au moyen de dragages, dont la nécessité ne sera pas reproduite par des ensablements, le débouché du lac. La pente du Rhône, jusqu'à l'Arve, étant d'environ 2 mètres par kilomètre, on obtiendrait une chute à l'endroit du barrage. Ne fût-elle que de 4 à 5 décimètres, elle permettrait d'évacuer par le barrage 450 mètres d'eau par seconde, lorsqu'il s'agirait d'employer les dernières tranches de la réserve; et les moyens d'évacuation étant augmentés, les très hautes eaux seraient limitées à un niveau moindre que leur niveau actuel.

» Si l'on relevait le niveau des basses eaux de 3 décimètres, et qu'on réglât celui des hautes eaux à $1^m,66$ au-dessus, la réserve du lac serait, pour chaque saison d'eaux basses, d'un milliard de mètres cubes. Cette masse d'eau, pour une durée de 45 jours, donnerait 22 millions par jour, et par conséquent 255 mètres par seconde. Or le produit du Rhône à l'étiage, à Lyon, est d'environ 255 mètres; on peut estimer qu'au moment où ce fleuve cesse d'être marchand, il a un produit triple, ou de 675 mètres, et qu'on l'entretiendrait bien navigable avec une alimentation comprise entre zéro et 450^m, ce qui donnerait moyennement une dépense d'eau de 225^m, à laquelle suffirait le produit de 255 mètres par seconde dont il vient d'être question.

» Le calcul fait voir d'ailleurs qu'en triplant le produit du Rhône, à l'étiage, l'augmentation de tirant d'eau, pour le profil moyen de ce fleuve, en amont de Lyon, serait d'environ 70 centimètres.

» Et si l'on fait attention, en premier lieu, qu'en augmentant le produit d'un fleuve, en temps de basses eaux, on prévient les causes d'attérissements, de changements de lit, etc., qui le rendent moins bien navigable et plus nuisible à l'agriculture; en second lieu, qu'en retenant les eaux, dans les temps où elles sont trop abondantes, on peut prévenir jusqu'à un certain point des inondations funestes, on verra combien il serait utile d'appliquer, dans de plus ou moins grandes proportions, les idées précédentes aux lacs de Genève et du Bourget. C'est ce que j'ai exposé, avec beaucoup de détail, dans un Mémoire du 13 juillet dernier, sur lequel le conseil des Ponts-et-Chaussées a délibéré le 18 août. Je crois qu'on ne peut, par aucune autre voie, et avec aussi peu de dépense, produire une amélioration du Rhône aussi avantageuse à la Suisse, à la Savoie et à la France.

» Vous savez, Monsieur, que le lac Mœris était employé de cette manière autrefois, pour augmenter le produit du Nil. »

GÉOLOGIE. — *Sur le gisement de l'or dans la province de Minas au Brésil.* — Extrait d'une Lettre de M. AMÉDÉE BURAT à M. *Élie de Beaumont.*

« Le gisement de l'or, dans la province de Minas au Brésil, présente des circonstances particulières qui pourront être appréciées par l'examen des échantillons que j'ai eu l'honneur de vous soumettre. Ces échantillons proviennent de la mine de Taquary, dans laquelle le gisement est d'ailleurs identique à ce qu'il est aux mines plus connues de Gongo-Socco (1).

» L'or se trouve à l'état natif, en plaques, en feuillets déliés, dans un terrain positivement stratifié. Quatre espèces de roches le contiennent, dont deux seulement sont à l'état métamorphique et présentent, en outre, plusieurs autres combinaisons métallifères.

» La principale roche aurifère est l'iacotinga, qui est une roche quarzeuse, compacte, rougeâtre (2), dont la structure est laminaire. La séparation des feuillets est marquée par le fer oligiste noirâtre, pailleteux, tel qu'il apparaît dans certaines roches volcaniques. L'or s'y rencontre en petites pépites souvent ramuleuses, surtout dans les plans où se trouve le fer oligiste.

» Au-dessus de l'iacotinga se trouve un grès à grains de quartz cristallin et translucide, contenant, dans le sens des feuillets de stratification, le fer oligiste et du carbonate de manganèse. L'or natif accompagne ces deux métaux; il se trouve en géodes qui ont une apparence cristalline, en dendrites. Le métamorphisme de ces deux roches, l'apparence quelquefois cristalline de l'or, feraient concorder sa présence avec les faits connus en géologie.

» Les deux autres roches n'ont aucune apparence métamorphique; l'or n'y présente aucune apparence cristalline.

» Ainsi, dans un schiste talcqueux, il se trouve intercalé dans les feuillets en lames allongées qui ont souvent plus de 1 millimètre d'épaisseur, et qui, d'autres fois, sont très délicates. On a trouvé de ces lames qui avaient 25 centimètres de longueur. Dans le schiste argileux, ardoise analogue à celle d'Angers, l'or se trouve encore en lames d'une ténuité et d'une étendue

---

(1) M. Amédée Burat, professeur de Géologie à l'École centrale des Arts et Manufactures, a reçu ces échantillons d'un de ses frères, qui les a rapportés du Brésil après y avoir résidé pendant plusieurs années.

(2) Cette roche est infusible au chalumeau.

remarquables (1). Dans ces deux roches enfin, on ne trouve plus de fer oligiste ni de carbonate de manganèse : de quelle manière l'or, qui ne peut être regardé comme contemporain de ces roches, peut-il donc y avoir été transporté ?

» Les exploitations ont porté, à Taquary, sur les quatre roches ; mais, là, comme à Gongo-Socco, la roche la plus suivie a été l'iacotinga. Les exploitations, commencées à ciel ouvert, ont été poursuivies par travaux souterrains sur un grand nombre de points de la province de Minas. On fait dans la mine deux triages, l'un de mine riche brisée avec des marteaux et lavée à la sébille (*bateas*), l'autre de mine pauvre pour les bocards et les caisses de lavage. La mine de Gongo-Socco est la plus prospère de toutes ; pendant deux ans le produit moyen a été de 15 livres anglaises d'or par jour. Cette mine a été taxée par le gouvernement brésilien à 20 pour 100 du produit de la mine. Les autres exploitations de Taquary, Cocaës, Calla-Bianca, Morro das Almas, Condoga, Morro-Velho, ne sont encore taxées que de 10 à 5 pour 100.

» On évalue le produit de Gongo-Socco depuis douze ans à 30,000 livres anglaises d'or à 22 karats. La profondeur des travaux est de 100 mètres seulement ; la plus longue galerie n'a pas encore 900 mètres, et les seuls obstacles qui paraissent entraver la production de l'or, consistent dans la rareté des mineurs, qui reçoivent pourtant 250 francs par mois, et la difficulté des communications avec Rio-Janeiro, d'où l'on ne peut se rendre aux mines qu'après dix-huit jours de caravane et sur des mulets. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du gaz ammoniac sur les charbons ardents ; formation de cyanhydrate d'ammoniaque, et dégagement de gaz hydrogène ; par* M. LANGLOIS.

« On trouve dans la plupart des ouvrages de Chimie, que l'ammoniaque gazeuse, en passant sur des charbons incandescents, produit de l'acide cyanhydrique. M. Thenard rapporte, d'après Clouet, qu'il se dégage du gaz azote et du gaz carbure d'hydrogène, et qu'il se forme une substance soluble dans l'eau, ayant l'odeur d'amandes amères, substance que l'on

---

(1) Nous avons examiné ces lames d'or à la loupe, M. Regnault et moi, et nous avons remarqué que, partout où il existait quelque vide à leur surface, elles présentaient des facettes cristallines. Leur aspect général nous a paru rappeler le cuivre précipité par les procédés galvano-plastiques.

a cru être de l'acide prussique. M. Liebig attribue cette découverte à Scheèle. Les Mémoires de cet illustre chimiste n'indiquent pas cette réaction; on y lit que le chlorhydrate d'ammoniaque, ajouté à un mélange de charbon végétal et de potasse, chauffé jusqu'au rouge, donne naissance à la lessive du sang, cyanure de potassium.

» Quoique la pensée de mettre le gaz ammoniac en présence du charbon à une température élevée remonte au-delà d'un demi-siècle, l'expérience n'a cependant jamais été répétée. La formation de l'acide cyanhydrique, dans cette circonstance, me semblait être un fait intéressant, et mériter d'être vérifiée.

» Je mis des charbons calcinés dans un tube de porcelaine traversant un fourneau à réverbère, je fis communiquer l'une des extrémités du tube avec un appareil dans lequel le gaz ammoniac était produit et desséché en passant sur des fragments de chaux vive; j'adaptai à l'autre extrémité un tube récipient en forme d'U, entouré d'un mélange de glace et de sel, et recourbé de manière à pouvoir porter le gaz sous des cloches pleines d'eau ou de mercure. L'appareil étant ainsi disposé et ses jointures parfaitement lutées, on porta au rouge la température du tube de porcelaine. La chaleur de ce tube se trouvant assez élevée, j'ai fait passer dans son intérieur, pendant une heure environ, un courant de gaz ammoniac sec. Durant tout le temps de l'opération, il s'est dégagé un gaz inflammable qui fut recueilli plus facilement sur l'eau que sur le mercure. Quand l'expérience est conduite avec soin, le gaz qui s'échappe n'est accompagné que d'une faible quantité d'ammoniaque; il entraîne seulement un peu du produit qui doit se condenser dans le récipient. Celui-ci contenait dans sa partie inférieure beaucoup de petits cristaux prismatiques dont la forme ne ressemblait nullement à celle de l'acide cyanhydrique cristallisé. Pour les recueillir, je fus forcé de couper le tube en U en plusieurs parties; je les détachai avec une baguette de verre, et je les renfermai immédiatement dans un flacon bouché à l'émeri. Il y en avait au moins 15 grammes. L'expérience ne peut avoir un succès complet que si le gaz ammoniac est bien desséché et le charbon parfaitement calciné. Un léger examen m'a prouvé que cette substance n'est point de l'acide cyanhydrique, mais bien du cyanhydrate d'ammoniaque. Elle précipite en bleu les sels de fer; la solution de potasse en dégage de l'ammoniaque; l'acide sulfurique étendu met de l'acide cyanhydrique en liberté. Elle est très volatile, noircit au bout de quelques jours, et d'autant plus promptement que la température est plus élevée. Renfermée dans un flacon tenu

au milieu de la glace, elle se conserve durant un certain temps sans altération. Sa stabilité paraît plus grande que celle du cyanhydrate obtenu par les procédés ordinaires.

» La cause de la production du cyanhydrate d'ammoniaque au moyen du charbon et du gaz ammoniac ne pouvait être connue que par l'analyse du gaz qui se dégage pendant sa formation. Ce gaz obtenu sur l'eau est inodore, il s'enflamme par l'approche d'une bougie allumée; le produit de sa combustion ne précipite pas l'eau de chaux. Brûlé en présence du chlore, il donne naissance à des vapeurs blanches, acides, sans dépôt de charbon. A ces réactions on reconnaissait déjà l'existence de l'hydrogène, mais ce gaz pouvait cependant contenir de l'azote et un peu de gaz hydrogène carboné. La seule expérience à faire alors consistait à brûler ce gaz dans l'eudiomètre au moyen de l'oxigène; j'opérai sur le mercure en prenant tous les soins qu'une pareille expérience exige.

» Je mesurai dans un tube gradué 50 parties de ce gaz et une égale quantité d'oxigène pur. Je fis passer ce mélange dans l'eudiomètre, que je fermai avant d'y faire arriver l'étincelle électrique. Le résidu gazeux, mesuré de nouveau, représentait 25 parties, ou un quart du mélange employé: une solution de potasse n'en a point diminué le volume. Pour m'assurer que le résidu gazeux ne contenait pas d'azote, je l'ai reproduit en répétant l'expérience; je l'ai fait passer ensuite dans l'eudiomètre avec le double de son volume d'hydrogène, et j'ai déterminé l'inflammation de ce mélange. Dès que l'instrument fut ouvert, le mercure s'y éleva, et le remplit entièrement. Considérant cette expérience comme très importante, je l'ai répétée plusieurs fois, et toujours avec le même succès. Elle prouve que le gaz qui se dégage en même temps que le cyanhydrate se forme est de l'hydrogène pur. On serait donc dans l'erreur si l'on persistait à croire, d'après Clouet, que ce gaz est un mélange d'azote et d'hydrogène carboné.

» Maintenant que nous connaissons la nature des produits qui prennent naissance lorsque l'ammoniaque gazeuse est présentée aux charbons ardents, ne serait-il pas possible de nous rendre compte de leur production? Je le crois; mais il faut oser dire que la constitution moléculaire de l'acide cyanhydrique, telle qu'elle est admise aujourd'hui, n'est peut-être pas exacte. Comme on obtient toujours cet acide en mettant en présence, à l'état naissant, le cyanogène et l'hydrogène, il est naturel de penser que le cyanogène y joue le même rôle que les corps halogènes dans les hydracides. Cependant les faits que nous venons d'observer porteraient a croire qu'un azoture d'hydrogène, sortant d'une combinaison, peut aussi s'unir au car-

bone, et produire de l'acide cyanhydrique sans que la création de cet acide soit nécessairement précédée de la formation d'une molécule binaire, azote et carbone. Nous pourrions donc admettre qu'une proportion d'ammoniaque $Az^2 H^6$, au contact des charbons ardents, se transforme en $Az^2 H^2 + H^4$; que ces 4 atomes d'hydrogène, formant 2 équivalents, sont remplacés par 2 équivalents de carbone pour constituer l'acide cyanhydrique $Az^2 H^2 C^2$, qui entre aussitôt en combinaison avec une proportion d'ammoniaque non décomposée. Dans ce cas le carbone se substituerait à une partie de l'hydrogène de l'ammoniaque, comme le chlore se substitue à l'oxigène dans les oxides métalliques soumis à l'action de ce corps, la température étant élevée. Nul doute aussi que l'ammoniaque en excès doit être pour beaucoup dans la production du phénomène, à cause de sa tendance à s'unir aux acides; sans cet excès d'ammoniaque, l'acide cyanhydrique ne prendrait certainement pas naissance.

» Est-il plus facile d'expliquer, dans cette circonstance, la formation du cyanhydrate d'ammoniaque en représentant sa composition par du cyanure d'ammonium? Je ne le pense pas. Il faudrait admettre qu'un équivalent d'ammoniaque est complétement décomposé, que l'azote s'unit au carbone, que des 6 atomes d'hydrogène, 4 se dégagent, et 2 se combinent à une proportion d'ammoniaque pour la transformer en ammonium. La réaction, considérée de cette manière, me paraît trop compliquée pour être l'expression de la vérité.

» Le passage du gaz ammoniac sur les charbons rouges fournit en peu de temps une grande quantité de cyanhydrate d'ammoniaque. Ce procédé est très simple, et je le crois préférable aux autres. Le sel ainsi obtenu me paraît, comme je l'ai déjà dit, plus stable que celui préparé en saturant l'acide cyanhydrique anhydre par l'ammoniaque gazeuse.

» Le chlore l'attaque à l'instant avec dégagement de calorique ; il se forme du chlorhydrate d'ammoniaque et du chlorure de cyanogène gazeux, que j'ai recueilli et solidifié en le recevant dans un flacon entouré d'un mélange réfrigérant. Le brome se comporte avec lui comme le chlore.

» Le cyanhydrate d'ammoniaque se dissout facilement dans l'eau, et ne semble pas se décomposer immédiatement, comme l'indique M. Liebig dans son Traité de Chimie organique. Je crois même que ce serait le seul moyen de le conserver pendant un certain temps sans altération. Il est aussi très soluble dans l'alcool, et beaucoup moins soluble dans l'éther. C'est un poison des plus violents. 5 centigrammes furent dissous dans l'eau et donnés à un lapin, qui, aussitôt après avoir avalé cette liqueur,

jeta un cri et cessa de vivre. J'ai cru qu'il serait intéressant de connaître s'il agirait avec autant de rapidité sur les chiens. On en fit prendre 1 décigramme à un chien de moyenne taille: l'animal s'agita pendant quelques secondes, tomba et bientôt mourut.

» L'action énergique du cyanhydrate d'ammoniaque sur les animaux me fait croire que l'ammoniaque ne peut pas être employée avec succès pour combattre l'empoisonnement par l'acide cyanhydrique. J'ai fait, à cet égard, des expériences que je ne rapporterai pas, et qui me prouvent que l'ammoniaque agit seulement par ses propriétés excitantes.

» M. Gay-Lussac est le premier chimiste qui ait fait connaître le cyanhydrate d'ammoniaque; il n'a point essayé, à cause de sa grande volatilité, d'en déterminer la composition. M. Liebig dit qu'il est formé de 1 équivalent d'acide et de 1 équivalent de base. Le sel que j'étudiais ayant été produit dans des conditions nouvelles, je voulais savoir si sa composition était la même que celle du cyanhydrate d'ammoniaque analysé par le savant chimiste de Giessen. Dès qu'il fut préparé, je le renfermai dans un petit flacon parfaitement bouché, que je pesai exactement. Je fis dissoudre dans l'eau une petite quantité du sel qu'il contenait; je pesai de nouveau le flacon: le poids qu'il avait perdu me donna le poids du cyanhydrate dissous. En prenant ces précautions, je n'avais pas à craindre une perte occasionnée par sa volatilité. La solution de cyanhydrate d'ammoniaque fut traitée par une dissolution de nitrate d'argent qui y forma sur-le-champ un précipité blanc de cyanure d'argent. La liqueur a été légèrement acidulée par l'acide nitrique.

1re exp.	0g,090	cyanhydrate d'ammoniaque	ont fourni	cyanure d'argent sec	0g,260
2e exp.	0g,082	—	—	—	0g,245
3e exp.	0g,170	—	—	—	0g,515

» La moyenne de ces expériences indique que 0g,114 de cyanhydrate d'ammoniaque produisent 0g,340 de cyanure d'argent sec, qui représentent 0g,068 d'acide cyanhydrique. Ces recherches conduisent à admettre que ce sel est composé de

1 équivalent d'acide cyanhydrique.... 342,389
1 équivalent d'ammoniaque.......... 214,478

Sa formule est donc

$$C^2Az^2H^2,\ Az^2H^6. \text{ »}$$

CHIMIE. — *Action de l'iode sur le chlorate de potasse;*
par M. E. MILLON.

« M. Gay-Lussac, dans le célèbre Mémoire qu'il a publié sur l'iode et ses combinaisons, a remarqué que le chlore ne décomposait pas les iodates. Ce fait pouvait paraître inattendu au moment où l'on découvrait les analogies remarquables qui rattachent l'iode au chlore, et où l'on voyait le chlore se substituer à l'iode, en proportion d'équivalent, dans toute la longue série de leurs combinaisons.

» En réfléchissant à l'affinité comparative de ces deux corps, et à la manière complexe dont elle peut s'exercer dans des composés de la nature des chlorates et des iodates, j'ai conçu l'espérance d'arriver à un remplacement inverse de celui qui s'observe généralement entre le chlore et l'iode. J'ai fait réagir l'iode sur le chlorate de potasse, et les faits ont répondu d'une manière décisive et que je crois assez remarquable.

» Il ne se passe à froid aucune action sensible entre le chlorate de potasse et l'iode; mais si l'on verse sur une quantité déterminée de chlorate de potasse trois à quatre fois son poids d'eau distillée, et qu'on élève la température jusqu'au point d'ébullition, l'iode qu'on ajoute à cette solution disparaît en quantité considérable, bien que la liqueur reste incolore. Elle reste incolore tant qu'on ne dépasse pas très notablement, dans l'addition de l'iode, la proportion d'un équivalent par rapport à la quantité de chlorate employée. Lorsqu'on est arrivé à ce terme, le liquide se colore sensiblement en jaune, puis en brun, et l'on obtient, comme résultat final, de l'iodate neutre de potasse et du chlorure d'iode plus ou moins ioduré.

» Si l'on évapore jusqu'à siccité, le chlorure d'iode se dégage et l'iodate de potasse reste pur.

» En arrêtant l'action de l'iode sur le chlorate avant qu'on ait atteint la proportion d'un équivalent d'iode, on trouve que la liqueur contient déjà de l'iodate formé, et de plus du chlorure d'iode qui correspond sans doute à l'acide iodique, car si l'on chauffe assez fortement, il se dégage du chlore et il reste le chlorure d'iode ICl^3, qui donne un précipité d'iode par le carbonate de potasse.

» La formation du chlorure d'iode explique la réaction : l'iode sollicite le chlore du chlorate à se combiner avec lui, et à sortir ainsi du chlorate, tandis que l'affinité plus grande de l'iode pour l'oxigène et la cohésion

plus considérable de l'iodate, font entrer l'iode dans le chlorate, à la place du chlore.

» La réaction peut se représenter ainsi :

$$SClO^5,KO + 6I = SIO^5,KO + ICl^5.$$

» Cette explication me paraît confirmée d'ailleurs par la modification intéressante que quelques gouttes d'acide, ajoutées à un mélange de chlorate de potasse et d'iode, apportent à la réaction.

» Ma première pensée avait été de faciliter l'oxidation de l'iode par la présence de l'acide nitrique; mais je ne tardai pas à m'apercevoir que quelques gouttes d'acide, ajoutées à une quantité notable d'iode et de chlorate, suffisaient pour déterminer une action bien autrement vive que celle qui s'exerce entre l'iode et le chlorate seuls. En effet, avec cette simple addition d'acide, il suffit de commencer la réaction par une légère élévation de température pour qu'elle se continue ensuite d'elle-même; elle marche ainsi jusqu'à ce que la liqueur prenne une teinte légèrement ombrée; il se fait en même temps un dégagement de chlore abondant, et en évaporant ensuite à siccité, on obtient l'iodate de potasse très pur.

» Il est évident que, dans cette dernière réaction, l'oxidation de l'iode est déterminée par l'acide chlorique que l'acide nitrique met en liberté. Il se forme de l'acide iodique qui, portant son action sur une nouvelle quantité de chlorate, élimine de nouveau de l'acide chlorique, et propage ainsi l'oxidation de l'iode et l'élimination de l'acide chlorique, jusqu'à l'entière décomposition du chlorate. Ce qui établit ce mode d'action curieux, c'est que le chlorure d'iode, qui est un produit essentiel à la réaction de l'iode sur le chlorate de potasse, n'est qu'un produit accidentel dans la réaction qui s'opère sous l'influence de l'acide nitrique. On peut en éviter presque entièrement la formation en ajoutant l'iode peu à peu; il se forme à peine du chlorure d'iode, tant le dégagement du chlore est rapide. Il faut aussi pour éviter cette formation de chlorure d'iode, maintenir la liqueur en ébullition.

» Pour constater l'exactitude de ces réactions, j'ai pesé 10 grammes de chlorate bien desséché, que j'ai traités par une quantité suffisante d'iode, sous l'influence de quelques gouttes d'acide nitrique; j'ai évaporé jusqu'à siccité. Le produit desséché et parfaitement blanc a donné $17^g,3$ d'iodate de potasse. La théorie indique $17^g,4$.

» Pour m'assurer de la pureté de l'iodate ainsi obtenu, j'en ai décom-

posé par la chaleur 1g,805, j'ai obtenu 1g,387 d'iodure de potassium. La théorie donne 1g,399.

» L'acide sulfurique et l'acide iodique conviennent, aussi bien que l'acide nitrique, pour commencer la réaction.

» Ce procédé est certainement le plus simple et le plus expéditif pour préparer l'iodate de potasse, qu'il donne parfaitement pur. On conçoit que l'on pourrait encore arriver ainsi à la préparation de l'iodure de potassium; mais, pour qu'il y eût économie dans la pratique, il faudrait que le prix du chlorate de potasse, qui baisse chaque jour, fût encore fortement réduit.

» Quant à la réaction que l'on provoque à l'aide de quelques traces d'acide, elle rappelle, en chimie minérale, ces phénomènes curieux de transformation par influence, que l'on rencontre fréquemment en chimie organique. Mais, ce qui n'a pas toujours lieu en chimie organique, le moyen par lequel la transformation s'opère ici se suit et se comprend avec facilité. »

MÉTÉOROLOGIE. — On a pensé que l'extrait suivant d'une Lettre de M. **Puvis** à M. *Berthier* intéresserait les météorologistes, surtout à raison des inondations déplorables qui viennent de ravager toutes les contrées que le Rhône et la Saône traversent.

« Immédiatement avant l'inondation, il était tombé à Cuiseaux, petite » ville du Jura, 27 centimètres d'eau en 68 heures.

» A Oulins, près de Lyon, la pluie, dans le même intervalle, n'a été » que de 15 centimètres.

» Il tombe toujours plus de pluie à Cuiseaux que dans aucun autre » point du bassin de la Saône. »

M. **Bonnet**, chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Lyon, communique les résultats de nouvelles recherches qu'il a faites sur l'*anatomie des aponévroses et des muscles de l'œil*. « Ces résultats, dit l'auteur, expliquent la persistance d'action des muscles de l'œil après la section de leur partie antérieure dans l'opération du strabisme; ils éclairent sur la méthode à suivre dans cette opération, et peuvent jeter quelques lumières sur les mouvements de l'œil et des paupières dans l'état normal.

» L'œil, poursuit l'auteur de la Note, n'est pas, comme on le dit communément, en contact avec les graisses de l'orbite; il en est séparé par une

capsule fibreuse dans laquelle il peut se mouvoir avec facilité. Cette capsule, concave et ouverte en devant, s'insère sur l'extrémité antérieure du nerf optique, entoure les deux tiers postérieurs de l'œil, et se termine aux paupières, qui en forment le prolongement. Les muscles droits et obliques la traversent pour se rendre à l'œil et contractent avec elle des adhérences intimes; ils ont ainsi deux insertions, l'une à la sclérotique, l'autre à la capsule fibreuse et ils ne peuvent se mouvoir sans transmettre à celle-ci tous les mouvements qu'ils exécutent. L'existence autour de l'œil d'une aponévrose non encore décrite et la double insertion en avant des muscles oculaires sont les deux dispositions anatomiques que je me propose de faire connaître dans cette Note. »

M. **Dieffenbach** écrit pour rappeler ses titres à la priorité d'invention dans le traitement du *strabisme* par la *section des muscles de l'œil.*

« Avant moi, dit l'auteur, jamais cette opération n'avait encore été faite sur l'homme vivant, M. Stromeyer n'en ayant qu'entrevu la possibilité... Aujourd'hui, que mon opération est pratique dans toute l'Europe, et qu'en France particulièrement beaucoup de chirurgiens l'ont exécutée avec succès, je crois devoir réveiller l'attention publique sur la priorité de mon invention, et je prie l'Académie de vouloir bien y avoir égard lors de la discussion sur les travaux qui ont pu contribuer aux progrès de la chirurgie. Plus de sept cents opérations de strabisme exécutées par moi me paraissent attester suffisamment la valeur de ce mode de traitement. »

M. **Lucien Boyer** adresse une suite de propositions relatives à la section des muscles de l'œil dans le cas de strabisme. Nous nous contenterons de reproduire les trois suivantes:

« 8°. La section complète des agents qui produisent le strabisme fait cesser immédiatement la déviation. La fonction du muscle coupé doit être supprimée entièrement;

» 9°. La réunion du muscle divisé ne se fait jamais par soudure immédiate de ses deux bouts, mais toujours par son adhésion au tissu cellulaire intermédiaire à lui et à l'œil, tissu qui, par suite des tractions du muscle, revêt peu à peu les caractères d'une aponévrose qui a toujours une insertion directe distincte des insertions primitives;

» 10°. La vue s'améliore souvent après l'opération. Cette amélioration, quelquefois lente, d'autres fois subite, peut franchir en un instant tous les degrés qui séparent une cécité presque complète que l'on a pu confondre

avec l'amaurose, d'une perception à peu près distincte des objets; et les suites de l'opération sont presque nulles, ou du moins infiniment moins graves qu'on ne l'aurait pu supposer. »

M. L. Boyer, qui espérait obtenir la parole dans cette séance, pour la lecture d'un Mémoire sur ce mode de traitement, avait amené plusieurs individus sur lesquels il a pratiqué avec succès l'opération, et qu'il desirait soumettre à l'inspection de MM. les membres de la section de Médecine et de Chirurgie. La date de ces huit opérations varie du 19 décembre au 24 janvier.

M. Andraud, à l'occasion de l'accident récemment arrivé au bateau à vapeur *le Citis*, adresse quelques considérations relatives aux causes des explosions des chaudières. Remarquant que ces explosions sont beaucoup plus fréquentes dans les bateaux à vapeur fonctionnant à basse pression que dans les locomotives qui marchent à haute pression, il croit pouvoir conclure de ce fait que l'explosion des machines ne provient pas en général de la force expansive de la vapeur, mais de quelque autre force étrangère agissant à la manière de la foudre, et il se demande si l'électricité ne jouerait point un grand rôle dans ces sortes d'accidents.

L'impuissance de la tension progressive de la vapeur pour déterminer une explosion, lui semble encore prouvée par les résultats d'expériences qu'il a faites, de concert avec M. *Tessié du Motay*, sur l'air comprimé empoyé comme force motrice. Ces expériences lui ont prouvé en effet que l'air peut être comprimé sans danger à un degré très élevé (30 à 40 atmosphères) dans des vases fort minces. Il ajoute que quand on a poussé la pression au-delà de 75 atmosphères, les vases ont cédé, mais sans explosion; la tôle se déchire et l'air s'échappe par une fente à peine visible, avec un sifflement très aigu.

M. Boutigny, à l'occasion du même accident, adresse aussi des considérations sur une cause à laquelle il croit qu'on doit attribuer plusieurs explosions survenues dans des circonstances semblables à celles qu'on a indiquées pour *le Citis*, c'est-à-dire à un moment où la chaudière fournissait peu de vapeur. M. Boutigny est porté à croire que l'eau, en grande masse, peut être dans un état semblable à celui où se trouve une gouttelette qu'on a projetée sur une surface métallique incandescente. On sait que, tant que la plaque est très chaude, la goutte danse au-dessus d'elle en conservant sa forme et diminuant à peine de volume, tandis que, dès que la plaque est

assez refroidie pour que l'eau s'y puisse étendre en couche, la vaporisation devient excessivement rapide; M. Boutigny pense que, dans certains cas, l'eau contenue dans la chaudière peut, comme la gouttelette dont nous parlions, se maintenir en grande partie séparée des parois incandescentes de la chaudière, fournissant alors très peu de vapeur, tandis qu'aussitôt que par suite du refroidissement du métal, il vient à s'établir un contact immédiat entre l'eau et les parois, il se forme subitement une quantité de vapeur trop grande pour que les ouvertures ordinaires y puissent donner issue, et la tension sans cesse croissante donne lieu à une explosion.

M. **Mandl** adresse une réclamation de priorité relativement à quelques vues récemment indiquées par M. *Donné* sur le problème de la *formation de la couenne du sang*. M. Mandl adresse un numéro des *Archives générales de Médecine* (novembre 1840) dans lequel il a traité la question.

L'Académie accepte le dépôt de trois paquets cachetés, adressés par MM. **Doyère**, **Chicaneau** fils et **A. Millot**.

L'Académie se forme en comité secret à 4 heures.

La séance est levée à 5 heures.

A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 4, in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, SAVARY, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT et REGNAULT; décembre 1840; in-8°.

Annales des Sciences naturelles; décembre 1840, in-8°.

Ostéographie, ou Description iconographique comparée du Squelette et du Système dentaire des cinq classes d'Animaux vertébrés récents et fossiles; par M. DE BLAINVILLE; 8e fascicule in-4°, et planches in-fol.

Études géologiques dans les Alpes; par M. NECKER; tome 1er, in-8°.

Recueil de la Société Polytechnique; décembre 1840 et janvier 1841, in-8°.

Voyage en Islande et au Groënland, sous la direction de M. GAIMARD. — *Minéralogie et Géologie; par* M. E. ROBERT; 1re partie, in-8°.

Voyage en Islande et au Groënland, sous la direction de M. GAIMARD; 24e et 25e liv., in-fol.

Mémoire sur l'Arithmoplanimètre, machine arithmétique et géométrique; par M. L. LALANNE; 1840, in-8°.

Recherches expérimentales sur l'Hémaleucose, ou coagulation blanche du sang; par M. HATIN; 1840, in-8°.

Éléments de Chimie minérale; par M. F. HOEFER; 1841, in-8°.

Transactions of... *Transactions de la Société royale de Londres;* année 1840, 2e partie; in-8°.

Deuxième Lettre sur la Siphilis. — Danger de la cautérisation des Ulcères vénériens primitifs; par M. DEVERGIE aîné; in-8°.

Observations qui prouvent que l'abus des Remèdes, surtout de la saignée et des évacuants du canal alimentaire, est la cause la plus puissante de notre destruction prématurée, etc.; par M. BIGEON; Dinan, 1812, in-8°.

Nouvelle instruction sur les causes et le traitement de la Dyssenterie épidémique dans l'arrondissement de Dinan; par le même; 1815, in-8°.

Recherches sur l'influence que les Évacuants exercent sur la population; par le même; 1816, in-8°.

Le Médecin des Épidémies pour l'arrondissement de Dinan; par le même; in-8°.

L'Utilité de la Médecine démontrée par des faits; par le même, in-8°.

Lettre sur les moyens d'éclairer la confiance des Malades; par le même; in-8°.

Eaux minérales de Dinan.—Des Systématiques et de leurs adeptes; par le même; in-8°.

Notice sur le Choléra qui s'est manifesté à Saint-Eust, arrondissement de Dinan; par le même; in-8°.

De la Mendicité et de son extinction à Dinan par l'éducation et le travail; par le même; in-8°.

Médecine physiologique; par le même; in-8°.

Médecine physiologique, cinquième Lettre. — Requête au Roi; par le même; in-8°.

L'Impartial, feuille bretonne; 1re année, n° 10.

Bulletin général de Thérapeutique médicale et chirurgicale; 15—30 janvier 1841, in-8°.

Journal d'Agriculture pratique, de Jardinage et d'Économie politique; janvier 1841, in-8°.

Statistique annuelle de l'Industrie. — Almanach-Bottin du Commerce de Paris; 44e année, in-8°.

Revue zoologique; décembre 1840, in-8°.

Note sur l'exploitation de l'Ecarrissage dans la plaine des Vertus; $\frac{1}{4}$ de feuille in-4°.

Etudes critiques sur les Mollusques fossiles; par M. AGASSIZ; Neufchâtel, 1re liv., in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome 9, n° 5.

Gazette des Hôpitaux; n° 11—13.

L'Expérience, journal de Médecine, n° 187; in-8°.

La France industrielle; 8e année, n° 4.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — JANVIER 1841.

Jours du mois.	9 heures du matin. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Midi. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	3 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	9 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Thermomètre. Maxim.	Minim.	État du ciel à midi.	Vents à midi.
1	757,99	+ 3,6		757,83	+ 3,8		757,71	+ 3,4		757,49	+ 3,6		+ 3,9	+ 2,0	Couvert	S. S. O.
2	758,22	+ 4,7		758,94	+ 6,1		759,91	+ 5,0		760,82	+ 1,9		+ 6,0	+ 2,3	Couvert	N. N. O.
3	747,60	+ 3,7		744,02	+ 3,0		741,29	+ 4,4		737,46	+ 1,6		+ 5,0	+ 0,1	Pluie	S. O.
4	733,83	— 1,0		734,20	+ 1,5		734,52	+ 0,5		736,00	— 0,9		+ 1,9	— 1,7	Nuageux	O. S. O.
5	739,84	— 2,5		740,66	— 1,0		740,14	+ 0,2		741,34	— 0,6		+ 0,6	— 3,0	Couvert	O. N. O.
6	744,30	— 1,7		744,83	— 0,5		745,18	— 0,4		746,73	— 3,4		— 0,4	— 2,2	Couvert	N. E.
7	749,00	— 3,7		748,97	— 1,6		749,62	— 2,7		752,16	—10,1		— 1,0	— 4,5	Beau	S. E.
8	754,82	— 6,1		754,89	— 6,4		754,22	— 5,6		755,68	— 7,1		— 5,2	—13,1	Brouillard	N.
9	756,08	— 6,4		755,33	— 5,4		754,16	— 5,8		751,27	— 8,8		— 5,5	— 9,0	Couvert	S. S. O.
10	742,96	+ 1,4		742,49	+ 2,6		740,90	+ 1,9		739,49	+ 2,2		+ 3,1	— 9,4	Couvert	S. O.
11	735,61	+ 3,6		737,22	+ 5,3		737,20	+ 4,7		736,17	+ 4,1		+ 5,3	+ 1,2	Beau	S. O.
12	746,03	+ 2,4		748,09	+ 4,6		749,71	+ 4,0		752,12	+ 2,7		+ 5,0	+ 1,3	Beau	S. O.
13	749,56	+ 2,0		746,12	+ 2,8		742,47	+ 4,0		741,16	+ 7,8		+ 7,8	+ 0,2	Pluie	S. E.
14	742,17	+ 7,6		740,40	+ 8,4		739,59	+ 9,9		738,49	+ 8,8		+ 9,9	+ 6,8	Pluie	S. S. E.
15	747,37	+ 4,6		749,42	+ 5,1		750,36	+ 4,7		751,60	+ 2,3		+ 5,1	+ 4,0	Couvert	O.
16	753,56	+ 6,1		753,80	+ 8,5		752,44	+ 9,8		752,94	+11,5		+11,6	+ 2,2	Couvert	S. S. E.
17	755,40	+10,8		755,86	+12,9		755,96	+14,3		756,76	+10,0		+14,5	+10,1	Couvert	S. S. O.
18	753,78	+ 8,5		752,41	+ 9,6		750,63	+11,2		753,49	+ 7,6		+11,0	+ 7,3	Couvert	S. S. O.
19	750,85	+ 6,2		751,12	+ 7,5		751,32	+ 7,2		754,71	+ 3,1		+ 8,4	+ 5,7	Pluie	S. O.
20	756,38	+ 0,8		756,53	+ 1,2		756,41	+ 1,3		760,00	+ 0,5		+ 1,6	— 0,1	Neige	N. O.
21	766,34	— 0,3		767,63	+ 0,6		767,91	+ 1,3		768,86	+ 1,6		+ 1,6	— 2,0	Couvert	N. N. O.
22	769,62	0,0		769,13	+ 4,9		768,49	+ 5,3		767,92	+ 2,5		+ 6,0	— 1,7	Beau	N. O.
23	760,40	+ 4,6		759,52	+ 6,7		760,31	+ 5,9		761,91	+ 1,5		+ 6,7	+ 1,9	Pluie	O. S. O.
24	754,31	+ 2,2		751,39	+ 4,6		751,40	+ 0,9		756,38	— 0,1		+ 5,0	+ 0,3	Nuageux	O. N. O.
25	765,23	+ 1,2		765,86	+ 2,9		765,87	+ 3,7		767,24	— 0,1		+ 3,7	— 0,8	Beau	N. N. O.
26	763,84	+ 1,8		762,14	+ 1,7		761,36	+ 3,1		761,27	+ 6,0		+ 6,9	— 1,5	Couvert	S. O.
27	761,92	+ 9,0		762,23	+10,2		762,54	+ 9,7		764,13	+ 8,5		+10,3	+ 6,6	Couvert	O. S. O.
28	765,82	+ 4,6		765,80	+ 6,4		764,97	+ 6,9		764,73	+ 5,3		+ 7,0	+ 4,0	Couvert	N. O.
29	761,86	+ 3,8		761,52	+ 4,9		761,37	+ 4,9		762,95	+ 1,8		+ 4,9	+ 2,1	Couvert	N. N. O.
30	765,27	— 0,4		765,12	+ 2,5		764,84	+ 2,6		764,76	— 0,7		+ 3,0	— 2,1	Beau	N. O.
31	763,91	0,0		763,34	+ 1,0		762,64	+ 0,5		763,26	— 2,2		+ 1,2	— 2,6	Couvert	E.
1	748,46	— 0,8		748,22	+ 0,2		747,76	+ 0,1		747,84	— 2,2		+ 0,8	— 3,8	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.
2	749,07	+ 5,3		749,10	+ 6,6		748,61	+ 7,1		749,74	+ 5,8		+ 8,0	+ 3,9	... Moy. du 11 au 20	Cour. 1,367
3	763,50	+ 2,4		763,06	+ 4,2		762,88	+ 4,5		763,94	+ 2,1		+ 5,6	+ 0,4	... Moy. du 21 au 31	Terr.. 1,580
	753,99	+ 2,3		753,77	+ 3,7		753,40	+ 3,9		754,17	+ 1,9		+ 4,8	+ 0,2	.... Moyennes du mois....	+ 2,5

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 FÉVRIER 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Note sur un théorème de Mécanique; par* M. CORIOLIS.

« Depuis long-temps on sait calculer la pression qui se produit entre les dents des roues d'engrenage dans une machine en mouvement. MM. Poncelet et Savary, dans leurs cours de machines, ont établi des formules pour cet objet; mais leur complication apparente empêchait qu'on n'en fît l'usage qu'elles comportent.

» En m'occupant de la rédaction d'un ouvrage sur la Mécanique, j'ai été conduit à déduire des formules un théorème très simple qui me paraît destiné à être introduit dans l'enseignement de la mécanique rationnelle applicable à la théorie des machines.

» Pour faciliter l'énoncé, il est nécessaire de définir quelques expressions. Dans un système d'axes de rotation en communication les uns avec les autres par des roues dentées, j'appelle *moment d'inertie rapporté à un*

certain point, celui d'une masse qui, placée en ce point, aurait pendant la rotation la même force vive que l'ensemble du système dans son mouvement; et j'appelle, avec les auteurs, *force rapportée en un point*, celle qui produirait en ce point pour l'équilibre ou le mouvement un effet équivalent.

» Ces définitions posées, le théorème en question consiste en ce qui suit :

» Dans un système composé d'un nombre quelconque d'axes de rotation se communiquant le mouvement entre eux par des engrenages, si l'on conçoit que les forces et les moments d'inertie soient séparés en deux groupes; l'un pour tout ce qui est d'un côté du point de contact pour lequel on cherche la pression, et l'autre pour le côté opposé, dans l'ordre de la communication du mouvement; qu'on rapporte tous les moments d'inertie et toutes les forces du premier groupe au point en question, et qu'on en forme ainsi deux sommes; qu'on fasse les sommes analogues pour les moments d'inertie et pour les forces du deuxième groupe : les deux sommes de forces pour les deux groupes seraient égales si le système était dans les conditions de l'équilibre ou de l'uniformité de mouvement, et chacune exprimerait la pression entre les dents.

» Dans le cas d'un mouvement varié, ces deux forces totales ne sont plus égales, et la pression effective entre les dents est une certaine moyenne entre ces quantités inégales. Pour l'obtenir, on formera la somme de leurs produits par les moments d'inertie du groupe opposé, et l'on divisera par la somme de ces moments. On aura ainsi une moyenne analogue à celle qui donne l'ordonnée d'un centre de gravité, avec cette différence, que les forces sont multipliées ici, non par les moments d'inertie correspondants, mais par ceux qui répondent aux côtés opposés.

» Ce théorème a l'avantage de montrer l'influence du moment d'inertie de chaque groupe sur la pression entre deux dents. On voit de suite que s'il y a dans les forces mouvantes ou résistantes de la machine des accroissements brusques qui soient capables de fatiguer les dents, on atténuera cet effet en interposant, entre ces forces intermittentes et les dents à ménager, des systèmes de rotation qui aient de grands moments d'inertie comparativement à ceux qui correspondent au côté opposé où sont les forces qui changent moins brusquement.

» C'est ainsi qu'on évite les ruptures fréquentes des dents de l'engrenage qui transmet le travail d'une roue hydraulique à un marteau de forge, en interposant un volant entre ces dents et le marteau. »

ASTRONOMIE. — *Sur quelques points relatifs à l'Astronomie et aux instruments d'optique; par* M. BIOT.

« Le premier volume d'une nouvelle édition de mon *Traité élémentaire d'Astronomie*, étant totalement imprimé et sur le point de paraître, je demande la permission de faire connaître à l'Académie quelques méthodes nouvelles d'exposition, ou de calcul, que j'ai eu l'occasion d'y introduire, et qui me semblent pouvoir l'intéresser.

» Cette troisième édition m'était demandée depuis bien des années; mais je m'étais toujours refusé à l'entreprendre, connaissant trop bien les difficultés de ces sortes d'ouvrages, et surtout celles que j'éprouverais pour donner à celui-ci les améliorations dont il avait indispensablement besoin.

» Le plan général me paraissait logique, et le seul même qu'on pût suivre pour amener graduellement les idées dans leur ordre naturel de succession. Je n'ai pas cru devoir le changer. Plusieurs points de théorie, d'une exposition difficile, me semblaient présentés correctement; je les ai conservés. Mais d'autres n'étaient pas assez développés, ou manquaient absolument, soit par ma faute, soit aussi parce qu'ils manquaient dans la science même. Le premier volume surtout, par ces deux causes, me semblait presque entièrement à refaire, pour ce qui concerne la théorie de l'atmosphère, celle des réfractions, et l'exposition des instruments. C'est celui que je présente aujourd'hui au public, et je vais indiquer les principaux changements qu'il a subis.

» La première exposition de l'aspect du ciel et des mouvements généraux qu'on y observe, exige que l'on se crée des instruments, imparfaits sans doute, mais toutefois indispensables pour définir nettement les particularités de ces phénomènes, avec un premier degré d'approximation. Au lieu de présenter, pour cela, des procédés fictifs, comme je l'avais fait, et comme il semble assez difficile de s'en dispenser, j'en ai employé de réels, qui ont servi effectivement dans les premiers âges de l'Astronomie. Ainsi, pour fixer les conditions de verticalité et d'horizontalité, je joins au fil-à-plomb rigoureux et presque idéal des modernes, les déterminations par l'équilibre de l'eau, usitées chez les Grecs, les Arabes et les Chinois. Le premier tracé d'une ligne méridienne, je le prends dans Proclus, l'un des commentateurs de Ptolémée, puisque Ptolémée lui-même ne donne aucun détail, ne dit pas un mot, sur cette opération fondamentale de l'Astronomie. Pour reconnaître la position de l'équateur céleste et

les instants des équinoxes, j'indique le cercle équinoxial établi à Alexandrie par Érathostène, et tant de fois cité dans l'*Almageste*. J'obtiens la première évaluation approchée de l'année tropique, par un procédé d'observations azimutales, rapporté dans les livres sanscrits; mais en faisant remarquer que rien n'atteste que les Hindoux en aient fait matériellement usage. Enfin, puisqu'il faut bien mentionner le gnomon comme un des premiers appareils imaginés pour suivre le mouvement apparent du Soleil, et le seul même qui ait servi pendant tant de siècles, j'emprunte celui du grand astronome chinois Kocheouching, dont les déterminations pourraient, même aujourd'hui, utilement intervenir dans la confection de nos tables du Soleil. Cette application matérielle des instruments anciens pour obtenir les premières mesures approximatives des phénomènes, outre son intérêt historique, m'a paru avoir l'utilité, bien plus essentielle, de faire immédiatement comprendre leur défaut de précision, et la nécessité, ainsi que l'importance, des appareils rigoureux que nous employons aujourd'hui. J'ai complété ce premier exposé, par une Note assez étendue, sur la gnomonique tant ancienne que moderne. On y verra les lignes horaires temporaires des Grecs et des Arabes, exprimées, je crois, pour la première fois, au moyen de formules analytiques très simples, et d'une interprétation très facile. J'en fais l'application numérique à quelques exemples pris dans l'Astronomie du moyen-âge, et dans le monument d'Athènes appelé *la Tour des Vents*. Comme Delambre a traité les mêmes cas, avec beaucoup d'étendue, dans son *Histoire de l'Astronomie* et dans son grand Traité de cette science, on pourra comparer ses méthodes, en partie trigonométriques et synthétiques, aux formes purement analytiques dont j'ai fait usage.

» De là je passe à la théorie de l'atmosphère; et, m'appuyant sur les recherches que j'ai publiées dans les *Additions à la Connaissance des Temps* pour 1841, ainsi que dans les derniers volumes des *Mémoires de l'Académie*, je montre comment on peut aujourd'hui l'établir, non plus sur des considérations hypothétiques, dont l'assimilation à l'état réel n'était qu'imparfaitement appréciable, mais d'après des données rigoureuses sur le décroissement simultané de la pression, de la densité et de la température, dans l'étendue de longues colonnes verticales d'air; données que l'on peut obtenir, soit par des ascensions aérostatiques, soit en s'élevant sur de hautes montagnes, ou en lançant dans l'atmosphère des ballons captifs porteurs d'instruments météorologiques qui enregistrent eux-mêmes leurs indications, ou enfin en étudiant les phénomènes crépusculaires,

jusqu'à présent trop négligés. Sur ces bases j'établis la théorie exacte des réfractions atmosphériques, telle que je l'ai présentée dans deux Mémoires annexés à la *Connaissance des Temps* pour les années 1839 et 1842. En discutant ses applications actuelles, je montre ce qu'elles ont de certain, d'incertain, ainsi que les observations qui restent à faire pour les perfectionner ultérieurement.

» Les rayons lumineux émanés des astres pouvant être ramenés à une direction de mouvement rectiligne, par la théorie précédente, je considère leur trajet ultérieur dans les appareils qui agrandissent et perfectionnent le pouvoir de la vision. La constitution intime de ces appareils, si essentielle à connaître pour en faire un emploi judicieux, est présentée d'une manière au moins excessivement incomplète, dans les Traités d'Astronomie qui me sont connus; et, dans les Traités de Physique ou même d'Optique, elle l'est avec des restrictions dont les praticiens modernes ont su s'affranchir : de sorte qu'on a peine à concevoir comment des formules théoriques ainsi limitées ont pu conduire l'art à une si grande extension. Euler, il est vrai, dans son grand *Traité de Dioptrique*, a envisagé le problème sous un point de vue très général, quoique non pas encore le plus général qu'il comporte, même en se bornant à de petites incidences. Mais si l'on étudie attentivement ses formules, surtout si l'on essaie de les appliquer numériquement, on reconnaît bientôt qu'elles sont plutôt symboliques qu'explicites; de sorte qu'il faut presque toujours les résoudre dans leurs éléments primitifs pour les employer. Cet inconvénient, joint à leur complication, laisse difficilement apprécier la portée des approximations auxquelles on les limite; ce qui est peut-être la cause pour laquelle la pratique a pu si rarement s'y confier. Lagrange, dans les *Mémoires de Berlin* pour 1778, a donné un admirable travail d'analyse, où il considère les inflexions successives d'un rayon lumineux, transmis à travers un nombre quelconque de lentilles infiniment minces, distribuées sur un même axe central à des intervalles quelconques, en supposant ces inflexions très petites, et le rayon toujours contenu daus un même plan diamétral du système. Sous ces restrictions, il ramène tous les éléments de sa marche à dépendre de deux suites d'équations aux différences finies, dont à la vérité les intégrales ne peuvent s'obtenir que par l'élimination directe, mais dont la continuité seule met en évidence, de la manière la plus nette et la plus simple, tous les effets optiques qui peuvent résulter d'un système ainsi composé. J'avais, il y a bien long-temps, appliqué ce genre d'analyse, pour mon propre usage, à l'exposition détaillée des instruments dioptriques les plus usuels, en y

ajoutant les conditions générales de leur achromatisme, que j'exprimais ainsi avec une très grande simplicité. Mais je n'avais jamais voulu publier ce travail, parce qu'il me paraissait, comme l'analyse de Lagrange, être incomplet, dans un point essentiel.

» Tout appareil optique destiné à perfectionner la vision, ou à la rendre plus puissante, doit offrir une exactitude rigoureuse, quand on se borne à le faire traverser par des rayons lumineux qui rencontrent toutes les surfaces réfringentes ou réfléchissantes très près de leurs centres de figure, et en formant de très petits angles avec leur axe commun. En un mot, la vision doit toujours être parfaite suivant cet axe ; et il serait inutile de vouloir donner à un instrument d'autres qualités, si l'on n'assurait pas d'abord celle-là. Les relations analytiques qui la lui donnent, doivent donc toujours être réalisées rigoureusement. Or l'analyse de Lagrange ne les établit qu'en négligeant les épaisseurs centrales des lentilles, qui, dans les oculaires surtout, sont bien loin d'être des fractions insensibles de leurs rayons de courbure, et qui peuvent même devenir, dans certains cas, aussi influentes que d'autres quantités conservées dans le calcul. Mais lorsqu'on cherche à introduire ces épaisseurs dans les formules de Lagrange, elles acquièrent une complication en apparence inextricable; et la même chose arrive quand on en veut tenir compte dans les formules d'Euler, qui, par ce motif, finit presque toujours par les négliger dans l'exposition des résultats généraux. Je n'avais trouvé, pendant long-temps, aucun moyen d'éviter cette fâcheuse alternative.

» Les formules d'Euler et de Lagrange supposent, en outre, que les rayons lumineux dont on calcule la marche, émanent, ou peuvent être censés émaner, d'un point rayonnant situé sur l'axe central de l'appareil ; de sorte que leur incidence s'opère d'abord dans un plan diamétral mené par cet axe, et suivant lequel tout le reste de leur trajet continue de s'opérer. Or, dans la réalité des applications, cette persistance n'a plus lieu pour les rayons qui émanent d'un point lumineux situé hors de l'axe central, à l'exception de ceux d'entre eux qui sont primitivement compris dans le plan diamétral mené par ce point. Il faut donc comprendre aussi les autres dans les formules, si l'on veut qu'elles soient généralement applicables. Ainsi, en résumé, pour avoir les conditions exactes de la vision à travers des appareils optiques suivant des directions très voisines de leur axe, il faut résoudre ce problème en laissant les intervalles des surfaces absolument quelconques, et les faisant agir sur des rayons toujours très peu inclinés sur leur axe central, sans être astreints à le couper.

Après bien des tentatives inutiles, je suis enfin parvenu à atteindre ce double but, avec une généralité et une simplicité que je n'espérais pas.

» Je considère un nombre quelconque de surfaces sphériques, soit réfringentes, soit réfléchissantes, ou entremêlées de ces deux sortes, qui soient d'abord disposées centralement sur un même axe rectiligne, et dont les ouvertures efficaces soient toutes très petites, comparativement à leurs rayons de courbure individuels. Les intervalles de ces surfaces entre elles, ainsi que les milieux qui les séparent, sont absolument quelconques; et leur système total est plongé dans des milieux antérieurs et postérieurs qui peuvent être identiques ou différents. Un rayon de lumière, d'une réfrangibilité donnée, est introduit dans l'appareil par un point quelconque de l'ouverture efficace attribuée à sa première surface, et dans une direction quelconque relativement à l'axe central; de manière qu'il peut être, ou n'être pas, dans un plan commun avec lui. Mais on l'assujétit expressément à ne former jamais avec cet axe que de très petits angles, moindres qu'une limite donnée, et à rencontrer toutes les surfaces à des distances de leurs centres de figure pareillement restreintes. C'est là ce que j'appelle ses *conditions d'admissibilité*. Après avoir éprouvé successivement l'action réfringente ou réfléchissante de toutes les surfaces, le rayon sort finalement par un certain point de la dernière, dans le milieu réfringent postérieur.

» Le problème étant ainsi posé dans toute sa généralité, si l'on donne les ordonnées latérales d'incidence du rayon sur la première surface, ainsi que les angles restreints qu'il forme alors avec trois axes rectangulaires de coordonnées, dont l'un est l'axe central lui-même, j'obtiens les éléments analogues à son émergence sur la dernière surface, par des expressions pareilles de celles de Lagrange, mais encore plus simples, malgré la plus grande généralité des données. L'extension du calcul à trois dimensions ne complique nullement les résultats, parce que les deux projections du mouvement du rayon se trouvent définies par des expressions exactement de même forme, affectées des mêmes coefficients généraux, et toutes deux pareilles à celles qui auraient lieu si le trajet du rayon s'opérait dans un plan diamétral du système.

» Ces expressions contiennent trois coefficients analytiques indépendants entre eux, et qui sont fonctions des éléments constitutifs du système considéré. On forme ces fonctions pour chaque nombre donné de surfaces par une suite d'opérations simples et régulières. Je donne leurs expres-

sions explicites pour autant de surfaces que j'aurai besoin d'en considérer dans les applications.

» Ces trois coefficients généraux répondent, dans tout système, à trois éléments physiques que j'assigne, et que j'appelle les *trois éléments spécifiques de l'appareil.* S'ils sont donnés, le système, quel qu'il soit, est complétement défini; de sorte que tous ses effets optiques peuvent se conclure immédiatement par un petit nombre d'opérations géométriques, les mêmes pour tous les appareils. Il n'est pas plus difficile de les appliquer à un système optique quelconque qu'à une lentille simple. L'évidence, comme la généralité de ce procédé, permettra de l'introduire avec avantage dans les expositions élémentaires. Il donnera rigoureusement la marche des rayons admissibles, ainsi que les foyers définitifs de tout point rayonnant compris dans les conditions d'admissibilité. Deux des éléments spécifiques sont, le *grossissement angulaire* produit par le système, et sa *distance focale principale.* Le troisième est le point de l'axe central, où les rayons incidents, qui se sont coupés au centre de figure de la première surface, forment leur foyer final. J'ai été obligé de lui donner un nom, assorti à une foule de propriétés remarquables qu'il possède; et je l'ai appelé le *point oculaire* du système optique considéré.

» Ce qui se fait par opération géométrique peut toujours s'écrire analytiquement. J'ai donc cherché à exprimer les trois coordonnées focales d'un point rayonnant quelconque, en fonction des trois éléments spécifiques. Or, non-seulement j'y suis parvenu; mais ces expressions, de la dernière simplicité, se sont trouvées aussi les mêmes pour un système optique quelconque que pour une simple lentille. Il ne se manifeste de différence que lorsqu'on y introduit les valeurs numériques des éléments spécifiques, propres à chaque appareil considéré. Ces expressions ont la même forme que celles qu'on donne dans les Traités élémentaires pour une lentille infiniment mince; seulement, dans ce dernier cas, un des éléments spécifiques devient nul, et un autre égal à $+1$.

» Il est facile de concevoir combien une si grande simplification m'a été utile pour discuter tous les effets généraux des appareils, sans y introduire aucune autre limitation que celle de l'admissibilité primitive des rayons introduits. Aussi ai-je pu donner, presque sans calcul, la solution d'une foule de questions générales que l'on aurait été porté à croire trop complexes pour être traitées analytiquement, sans être particularisées. Par exemple, un corps rayonnant, de forme et de situation données, étant vu à travers un appareil optique quelconque, sous la seule condition d'admissibilité des

rayons qui en émanent, quels seront le lieu et la forme de l'image produite? quels changements éprouvera cette image pour les diverses distances de l'objet? et, si cet objet est une sphère, pourquoi l'image dégénérera-t-elle en un simple disque, quand il sera infiniment distant, comme nous l'éprouvons pour les images des astres qui soutendent un angle visuel appréciable? Tout cela n'exige qu'une simple substitution des coordonnées focales, dans l'équation qui exprime la forme et le lieu de l'objet.

» Je n'ai pas tiré moins d'avantage de cette simplicité inespérée, pour expliquer les évaluations du grossissement, soit angulaire, soit linéaire, dans toutes sortes d'appareils; pour les assujétir à la condition de la visibilité distincte; pour y montrer séparément les effets propres des systèmes objectifs et des systèmes oculaires qui les composent, quand ils sont, ou ne sont, pas centrés sur un même axe. L'action du système total se résout par l'analyse dans les actions de ces systèmes partiels, aussi aisément qu'un opticien les sépare en démontant les instruments. Les conditions d'amplitude du champ, de l'illumination, de l'achromatisme, se sont trouvées pareillement expressibles avec une égale facilité, et toujours par les mêmes formules, dans tous les appareils.

» Et ce n'est pas seulement pour l'exposition des généralités que ces formes nouvelles m'ont été utiles. Elles ont conservé le même avantage dans les applications numériques, lorsque je les ai employées, soit pour le calcul des instruments composés de miroirs; soit, pour apprécier les effets des oculaires simples dans les grands instruments d'astronomie, et assigner les circonstances d'observation auxquelles leur usage est spécialement convenable; soit enfin, pour discuter les procédés microscopiques appliqués à la mesure des petits angles, par le moyen des réticules à fils, comme on le fait dans les cercles muraux des observatoires, et dans les grandes lunettes destinées à l'observation des étoiles doubles. L'exposé de toutes ces déterminations a beaucoup gagné à pouvoir être présenté par des formules complètes et rigoureuses, qui donnent leur expression analytique pour un système optique quelconque, et où l'on supprime, non dans le cours du calcul, mais seulement dans le résultat final, les quantités que l'on veut définitivement négliger.

» Pour terminer l'exposition des procédés optiques, appliqués à l'astronomie, je n'aurai plus, dans le deuxième volume, qu'à restreindre ces formules aux appareils qui agissent par transmission dans un même milieu ambiant, afin d'en déduire les conditions particulières à toutes les sortes d'objectifs et d'oculaires, composés de lentilles. L'identité du milieu ambiant

contracte alors de moitié le calcul de leurs termes, en leur conservant la même forme; ce qui facilite encore davantage l'interprétation de leurs conséquences physiques. On verra ainsi, par exemple, que la condition de stabilité de l'achromatisme, dans les objectifs à deux lentilles, conduit directement aux systèmes de courbure que Frauenhofer a employés, et que l'expérience de leur succès a fait aujourd'hui adopter presque généralement pour la construction des grands objectifs destinés à l'astronomie. On verra aussi par quel artifice l'achromatisme général des instruments dioptriques, dont la réalisation directe serait impraticable, peut être suffisamment préparé sur les conditions approximatives dont les opticiens font usage; le reste de la perfection étant obtenu expérimentalement par les variations que certains éléments des appareils admettent encore après que leurs surfaces réfringentes sont exécutées. Mais ce complément de la théorie générale, quoique assez court, aurait trop étendu ce premier volume; et je me suis borné à y comprendre ce qui était nécessaire pour qu'il offrît en lui-même un ensemble suffisant de théorie et d'applications. Les sujets que j'y ai traités sont, je crois, ceux pour lesquels l'édition précédente exigeait le plus de changements, ou du moins les changements les plus difficiles. Je puis maintenant espérer que le reste de l'ouvrage me donnera beaucoup moins de peine à perfectionner, comme aussi il me demandera beaucoup moins de temps. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Nouvelles recherches concernant l'action de la garance sur les os; par* M. FLOURENS. — (4e Mémoire.)

Développement des os en longueur.

« Je me suis servi, dans un précédent Mémoire (1), de l'action de la garance pour suivre la marche de l'accroissement des os en grosseur. C'est ce que Duhamel, c'est ce que J. Hunter avaient déjà fait avant moi, du moins en partie. Mais ni Duhamel ni J. Hunter n'avaient songé à profiter de l'action de la garance pour démêler et suivre la marche de l'accroissement des os en longueur.

» Et cependant l'action de la garance ne donne pas moins l'accroisse-

(1) Voyez *Compte rendu des séances de l'Académie*, séance du 24 février 1840, page 305.

ment des os en longueur que leur accroissement en grosseur. On peut s'en assurer par les pièces que je mets sous les yeux de l'Académie.

» La pièce n° 1 est le *tibia* d'un jeune porc.

» L'animal a, d'abord, été soumis au *régime de la garance* (1) pendant un mois, puis il a été rendu à la nourriture ordinaire pendant quatre mois: enfin, il a été soumis de nouveau au *régime de la garance* pendant un mois, et il a été tué.

» Le *tibia*, scié en long, offre selon toute sa longueur, trois lignes ou couches parfaitement distinctes: une interne, rouge; une intermédiaire, blanche; et une externe, rouge.

» La couche interne est la portion d'os qui s'était formée pendant le premier *régime de la garance* (2); l'intermédiaire est la portion d'os formée pendant l'usage de la nourriture ordinaire, et l'externe est la portion d'os formée pendant le second et dernier *régime de la garance*.

» Mais, ce qui nous importe surtout ici, où il s'agit de démêler et de suivre, comme je l'ai déjà dit, l'accroissement de l'os en longueur, c'est que si l'on examine les deux extrémités de l'os, tant la supérieure que l'inférieure, on y voit deux masses ou portions de tissu spongieux ou réticulaire, juxtaposées et parfaitement distinctes l'une de l'autre par leur couleur.

» La première de ces masses, celle qui touche au canal médullaire, est blanche (3); et la seconde, celle qui termine l'os, est rouge.

» Or, de ces deux masses, l'interne, ou la plus ancienne puisqu'elle répond aux quatre mois du régime ordinaire (4), est blanche; et la terminale, ou la plus nouvelle puisqu'elle répond au dernier *régime de la garance*, est rouge. Donc les os croissent en longueur en allant du centre

---

(1) *Régime de la garance*, c'est-à-dire garance mêlée à la nourriture ordinaire. Voyez mes précédents Mémoires, *Compte rendu des séances de l'Académie*, année 1840.

(2) Cette couche rouge est *actuellement* la couche la plus ancienne; mais elle avait été précédée par une autre, laquelle était blanche (car l'animal ne se nourrissait pas encore de garance), et a disparu par la résorption. Voyez mes précédents Mémoires, *Compte rendu des séances de l'Académie*, séance du 24 février 1840, page 305.

(3) Il y avait eu précédemment une couche rouge plus interne que la couche blanche actuelle, et qui répondait au premier *régime de la garance*, mais qui a déjà disparu par la résorption; car la résorption marche très vite dans le tissu spongieux des os.

(4) La couche, plus ancienne encore, et qui répondait au premier *régime de la garance*, a disparu par la résorption.

aux extrémités, par masses ou couches qui se juxtaposent, comme ils croissent en grosseur, en allant de dedans en dehors, par lames ou couches qui se superposent.

» La pièce n° 2 est un *fémur* du même porc.

» Le corps de l'os a été scié en travers, et l'on y voit très distinctement trois cercles ou couches : une interne, rouge (1), qui répond au premier *régime de la garance;* une intermédiaire, blanche, qui répond aux quatre mois de la nourriture ordinaire; et une externe, rouge, qui répond au dernier *régime de la garance.*

» Les deux extrémités de l'os ont été sciées en long, et elles offrent deux masses distinctes : l'une interne et blanche, qui s'est formée pendant les quatre mois de la nourriture ordinaire; l'autre, externe ou terminale et rouge, qui s'est formée pendant le dernier *régime de la garance.* Une masse plus ancienne, et qui s'était formée pendant le premier *régime de la garance,* a déjà disparu par la résorption.

» Des deux masses qui restent, la plus ancienne est donc la plus interne; la plus nouvelle est la plus externe. Les os croissent donc en longueur par couches qui se juxtaposent, comme ils croissent en grosseur par couches qui se superposent.

» Les os, contenus dans les bocaux 3, 4 et 5, appartiennent à un jeune porc qui, après un mois du *régime de la garance,* a été rendu à la nourriture ordinaire pendant six mois.

» L'os du bocal n° 3 est le *fémur.* Ce *fémur* a été scié en long, et l'on y voit, selon toute sa longueur, deux lignes ou couches, l'une interne, très mince et rouge; l'autre externe, très épaisse et blanche. La couche interne et rouge, presque entièrement résorbée sur quelques points, est celle qui s'était formée pendant le *régime de la garance;* la couche externe et blanche, beaucoup plus épaisse, est toute la portion d'os qui s'est formée pendant les six mois de la nourriture ordinaire. Voilà pour l'accroissement de l'os en grosseur.

» Pour juger tout aussi sûrement de l'accroissement en longueur, il suffit de remarquer que la couche rouge ne règne que sur le corps de l'os, et que tout ce qui est extrémité est blanc.

» Or, ce qui est extrémité, ce qui est blanc, est ce qui s'est fait depuis que le *régime de la garance* a cessé, c'est ce qui s'est fait après ce qui est

---

(1) Le cercle qui avait précédé la couche qui existait, et qui formait l'os avant le premier *régime de la garance,* a disparu par la résorption. Voyez mes précédents Mémoires.

rouge, puisque le *régime de la garance* avait précédé la nourriture ordinaire; c'est donc par leurs extrémités que les os s'allongent.

» Les bocaux 4 et 5 présentent quelques os du *carpe* du même porc.

» Les os du bocal n° 4 sont sciés en long; les os du bocal n° 5 sont entiers. Et partout, soit que l'on considère les os sciés en long et que l'on voit à l'intérieur, soit que l'on considère les os entiers et que l'on voit à l'extérieur, partout la couche rouge marque par sa limite, et quelle était la longueur de l'os au moment où le *régime de la garance* a cessé, et quelle est l'étendue de la portion d'os qui s'est formée depuis que l'animal a été rendu à la nourriture ordinaire.

» C'est donc, encore une fois, par couches externes et juxtaposées que les os croissent en longueur, comme c'est par couches externes et superposées qu'ils croissent en grosseur. En d'autres termes, et en un seul mot, c'est par l'addition de nouvelles couches, déposées à la surface externe des couches déjà formées, que l'accroissement des os s'opère (1).

» L'action de la garance donne donc l'accroissement des os en longueur, comme il donne leur accroissement en grosseur.

» Il est singulier que Duhamel et J. Hunter ne s'en soient pas aperçus, eux qui, d'ailleurs, pour découvrir et pour démontrer l'accroissement des os en longueur, ont imaginé des expériences si ingénieuses et susceptibles d'une si grande précision.

» Duhamel perça le *tibia* d'un jeune poulet (2) de plusieurs trous, placés à une égale distance les uns des autres. Au bout d'un certain temps, la position respective des trous n'avait pas changé; tout l'accroissement s'était fait aux extrémités de l'os, et par-delà les trous. Voici cette belle expérience de Duhamel, qui n'a pas été assez remarquée, et que lui-même a mal comprise (3).

---

(1) C'est même là ce qui fait tout l'accroissement; c'est que les parties nouvelles, se formant par-dessus les anciennes, sont nécessairement plus grandes.

(2) Je choisis cette expérience de Duhamel entre plusieurs autres, parce que, de toutes les siennes, c'est celle qui se rapproche le plus de l'expérience décisive de Hunter. Voyez le Mémoire de Duhamel sur « la crue des os suivant leur longueur. » *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1743.

(3) Trompé par d'autres expériences, faites sur des animaux plus jeunes, et dans lesquelles il avait cru voir les *trous* s'éloigner, *plus ou moins*, les uns des autres : *moins* à la partie moyenne, et *plus* aux extrémités. D'où il concluait que les os s'allongent *dans toutes leurs parties*, mais surtout dans leurs *parties extrêmes*. Voyez son Mémoire déjà cité.

« On choisit, dit-il, un poulet d'environ six semaines; l'os de sa jambe
» avait deux pouces de longueur; on le perça avec un foret à un demi-
» pouce de l'articulation du pied; on fit un autre trou un demi-pouce plus
» haut, enfin on fit un troisième trou encore un demi-pouce plus haut;
» et ce dernier trou était éloigné de l'articulation du genou d'un demi-
» pouce; de sorte que toute la longueur de l'os était divisée par demi-pouces.

» Je fis passer un fil d'argent dans chacun de ces trous, et on en fit des
» anneaux qui embrassaient la moitié des chairs ou des muscles de la
» jambe.

» Ce poulet fut tué sept semaines après qu'on lui avait piqué l'os de la
» jambe.... ; et alors l'os tibia avait trois pouces de longueur au lieu de
» deux qu'il avait au commencement de l'expérience.

» Il est question de savoir, continue Duhamel, à quelle partie de cet
» os s'est fait cet allongement, et c'est ce qu'il est aisé de connaître par le
» moyen des trous qui divisaient l'os de la jambe en quatre parties égales.
» Le premier qui, au commencement de l'expérience, était à six lignes de
» l'extrémité inférieure, était à la fin de l'expérience à neuf lignes; ainsi l'os
» s'était allongé de trois lignes en cet endroit. Le deuxième trou était, à la
» fin de l'expérience comme au commencement, à six lignes du premier et
» du troisième trou; il n'y avait donc eu aucun allongement entre le premier
» et le troisième trou. Mais ce troisième trou qui, au commencement de
» l'expérience, était éloigné de six lignes de l'extrémité supérieure du tibia,
» en était éloigné à la fin de quinze lignes; ainsi il y avait neuf lignes
» d'allongement à cette partie. .... »

» L'expérience de J. Hunter brille par plus de clarté encore. Le *tibia* d'un jeune porc fut percé de deux trous. L'intervalle de ces deux trous fut exactement mesuré. Au bout de plusieurs mois, l'animal fut tué. Il avait beaucoup grandi, son *tibia* s'était fort *allongé;* et cependant l'intervalle entre les deux trous n'avait pas changé (1). Que l'on consulte donc les expériences mécaniques ou les expériences par la garance, la conclusion est toujours la même : c'est par leurs extrémités, et par leurs extrémités seules, que les os s'allongent.

» Je reviens à mes expériences par la garance, et je cherche à voir, d'une vue générale, le mécanisme singulier par lequel les os croissent et se développent.

(1) Voyez *Transactions of Society for the improvement of medical and chirurgical knowledge,* tome II, page 277.

» Or, ce mécanisme du développement des os consiste évidemment dans une *mutation continuelle* de toutes les parties qui les composent. Cet os, que je considère et qui se développe, n'a plus, en ce moment, aucune des parties qu'il avait il y a quelque temps, et bientôt il n'aura plus aucune de celles qu'il a aujourd'hui. Et, dans tout ce renouvellement perpétuel de matière, sa forme change très peu. Là est une des premières et fondamentales lois qui régissent les organismes. Dans tout ce qui a vie, la forme est plus persistante que la matière.

» Buffon l'avait déjà remarqué. « Ce qu'il y a, dit-il, de plus constant, » de plus invariable dans la nature, c'est l'empreinte ou le moule de » chaque espèce; ce qu'il y a de plus variable et de plus corruptible, c'est » la substance (1). »

» Georges Cuvier s'est plu à développer cette belle idée. « Dans les » corps vivants, dit-il, aucune molécule ne reste en place; toutes entrent » et sortent successivement : la vie est un tourbillon continuel, dont la di- » rection, toute compliquée qu'elle est, demeure constante, ainsi que » l'espèce des molécules qui y sont entraînées, mais non les molécules in- » dividuelles elles-mêmes; au contraire, la matière actuelle du corps vi- » vant n'y sera bientôt plus, et cependant elle est dépositaire de la force » qui contraindra la matière future à marcher dans le même sens qu'elle. » Ainsi la forme de ces corps leur est plus essentielle que leur matière, » puisque celle-ci change sans cesse, tandis que l'autre se conserve (2). »

» On peut dire que cette grande vue de la *mutation continuelle de la matière*, fruit d'une méditation abstraite plus encore que des faits mêmes pour Buffon et pour Cuvier, se convertit en un fait matériel dans mes expériences par la garance.

» Si je considère, en effet, l'accroissement en grosseur sur un de ces os que j'ai mis sous les yeux de l'Académie, sur le *tibia*, sur le *fémur* de ce jeune porc, qui, après avoir été soumis au *régime de la garance* pendant un mois, a été rendu à la nourriture ordinaire pendant six mois, je vois à l'intérieur une couche rouge; mais avant que cette couche rouge se fût formée, il en existait une autre qui était blanche, et qui a déjà disparu : cette couche rouge, qui est à présent la plus ancienne, était donc naguère la plus nouvelle; et quand elle était la plus nouvelle, elle qui bientôt ne

---

(1) Buffon, *Histoire du Cerf.*

(2) *Rapport historique sur les progrès des sciences naturelles.*

sera plus, toutes les couches blanches qui se sont formées depuis n'existaient pas encore.

» L'accroissement en longueur me donne les mêmes faits, et peut-être de plus surprenants encore. Les extrémités de l'os, ce qu'on appelle ses *têtes*, changent complétement pendant qu'il s'accroît. En effet, la *tête* ou extrémité de l'os qui se trouvait au point où finit la couche rouge, et qui avait alors elle-même une couche rouge, n'est plus; elle a été résorbée; et celle qui est maintenant n'existait pas alors; elle s'est formée depuis.

» Tout change donc, dans l'os, pendant qu'il s'accroît. Toutes ses parties paraissent et disparaissent; toutes sont, successivement, formées et résorbées; et chacune, comme le dit admirablement G. Cuvier, est *dépositaire*, tandis qu'elle existe, de la *force* qui *contraint* celle qui lui succède, et à *marcher dans le même sens qu'elle*, et à revêtir sa forme.

» Je ne présente le squelette de jeune porc, placé dans le bocal n° 6, que, pour donner une idée, par l'extrême vivacité de la couleur rouge des os, de l'action puissante que la garance exerce sur ces parties.

» Le squelette n° 7 est celui d'un jeune pigeon qui n'a été soumis au *régime de la garance* que pendant six jours. Les os sont du rouge le plus vif.

» A côté, dans le bocal n° 8, est le squelette d'un pigeon adulte qui a été soumis au même régime pendant plusieurs mois; et cependant les os sont à peine de couleur rosée.

» Le mouvement par lequel s'opère l'accroissement dans le jeune animal se continue donc dans l'animal adulte, puisque les os de l'animal adulte se colorent par la garance; mais il ne s'y continue que très ralenti, puisque, après plusieurs mois du *régime de la garance*, les os de l'animal adulte sont beaucoup moins colorés que ceux du jeune animal après quelques jours seulement de ce régime, et je pourrais dire même, en rappelant les expériences de mon premier Mémoire (1), après quelques heures.

» L'action de la garance transforme donc, en faits visibles à l'œil, la marche de l'accroissement des os. Elle marque même, et la rapidité première, et le ralentissement progressif de ce mouvement que Cuvier appelle le *tourbillon vital*, et par lequel toutes les parties des os se renouvellent et se succèdent.

» Mais la garance n'agit que sur les os. On sent donc combien il serait

---

(1) Voyez *Compte rendu des séances de l'Académie*, année 1840.

important de trouver une substance qui agît aussi sur les autres parties, et qui nous démasquât, de même, et le mécanisme de leur accroissement, et la marche du *tourbillon particulier* qui les entretient et les régénère.

» Je cherche et ne désespère point.

» Déjà, parmi plusieurs substances non encore essayées sous le point de vue qui m'occupe ici, et que je dois à l'amitié de mon savant confrère M. Pelouze, il s'en est trouvé une, l'*acide aloétique*, qui colore les os en violet, comme on peut le voir par le squelette contenu dans le bocal n° 9.

» Mais l'*acide aloétique* nous fournira-t-il enfin ce moyen d'exploration cherché depuis si long-temps pour les parties autres que les os? C'est ce que je n'oserais dire encore. Je dois pourtant ajouter que, bien que le pigeon, dont je présente ici les os colorés, n'ait pris qu'une seule fois de l'*acide aloétique*, qu'il en ait pris très-peu, et qu'il soit mort quelques heures après en avoir pris, sa peau, son tissu cellulaire, ses cartilages, etc., offraient néanmoins déjà, autant que j'en ai pu juger par un premier examen, une couleur violette assez prononcée.

» Je répète et je continue, en ce moment, ces nouvelles expériences. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur diverses formules d'analyse; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Je me propose de réunir dans ce Mémoire diverses formules d'analyse, spécialement applicables au problème de l'interpolation, et dont la plupart se déduisent soit de la formule d'interpolation de Lagrange, soit des propriétés connues des racines de l'unité. Le premier paragraphe sera principalement relatif aux formules à l'aide desquelles on peut déterminer la valeur générale d'une fonction entière d'une variable x. Dans le second paragraphe, je déduirai de ces formules celles qui fournissent le moyen de développer les fonctions entières des sinus et cosinus d'un arc en séries ordonnées suivant les sinus et cosinus des multiples de cet arc.

§ Ier. *Formules d'interpolation qui déterminent la valeur générale d'une fonction entière d'une variable* x.

» Soit

$$(1) \qquad \mathrm{f}(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_{n-1} x^{n-1}$$

une fonction entière de x du degré $n-1$. Si l'on donne n valeurs particulières de $f(x)$ représentées par

$$f(x_1),\ f(x_2),\ \ldots,\ f(x_n),$$

et correspondantes aux valeurs

$$x_1,\ x_2,\ \ldots,\ x_n$$

de la variable x, on pourra toujours obtenir les valeurs générales de $f(x)$ à l'aide de la formule d'interpolation de Lagrange, c'est-à-dire à l'aide de l'équation

$$(2)\quad f(x) = \frac{(x-x_2)\ldots(x-x_n)}{(x_1-x_2)\ldots(x_1-x_n)}f(x_1) + \ldots + \frac{(x-x_1)\ldots(x-x_{n-1})}{(x_n-x_1)\ldots(x_n-x_{n-1})}f(x_n).$$

Si d'ailleurs on pose, pour abréger,

$$\varphi(x) = (x-x_1)(x-x_2)\ldots(x-x_n),$$

la formule (2) se trouvera réduite à

$$(3)\qquad f(x) = \frac{f(x_1)}{\varphi'(x_1)}\frac{\varphi(x)}{x-x_1} + \frac{f(x_2)}{\varphi'(x_2)}\frac{\varphi(x)}{x-x_2} + \ldots + \frac{f(x_n)}{\varphi'(x_n)}\frac{\varphi(x)}{x-x_n}.$$

La formule (2) ou (3) subsiste, quelles que soient les valeurs particulières de x représentées par

$$x_1,\ x_2,\ \ldots,\ x_n.$$

» Concevons maintenant que les valeurs particulières de x se réduisent aux divers termes de la progression géométrique

$$r,\ \theta r,\ \theta^2 r,\ \ldots,\ \theta^{n-1} r.$$

On aura

$$\varphi(x) = (x-r)(x-\theta r)\ldots(x-\theta^{n-1}r);$$

et, si l'on prend pour θ une racine primitive de l'équation binome

$$x^n = 1,$$

on trouvera simplement

$$\varphi(x) = x^n - r^n, \quad \varphi'(x) = nx^{n-1}.$$

Donc alors la formule (3) donnera

$$(4) \quad f(x) = \frac{1}{n}\left[\frac{\left(\frac{x}{r}\right)^n - 1}{\frac{x}{r} - 1} f(r) + \frac{\left(\frac{x}{r}\right)^n - 1}{\frac{x}{r} - \theta} \theta f(\theta r) + \ldots + \frac{\left(\frac{x}{r}\right)^n - 1}{\frac{x}{r} - \theta^{n-1}} \theta^{n-1} f(\theta^{n-1} r)\right].$$

Comme on aura d'ailleurs généralement

$$\frac{\left(\frac{x}{r}\right)^n - 1}{\frac{x}{r} - \theta^l} = \left(\frac{x}{r}\right)^{n-1} + \theta^l \left(\frac{x}{r}\right)^{n-2} + \theta^{2l} \left(\frac{x}{r}\right)^{n-3} + \ldots + \theta^{(n-1)l},$$

le coefficient a_m de x^m, dans le second membre de l'équation (1) ou (4), sera évidemment déterminé par la formule

$$(5) \qquad a_m = \frac{f(r) + \theta^{-m} f(\theta r) + \theta^{-2m} f(\theta^2 r) + \ldots + \theta^{-(n-1)m} f(\theta^{n-1} r)}{n} \frac{1}{r^m}.$$

On arrivera directement aux mêmes conclusions en partant de l'équation (1) de laquelle on tire

$$(6) \quad \begin{cases} f(r) = a_0 + a_1 r + a_2 r^2 + \ldots + a_{n-1} r^{n-1}, \\ f(\theta r) = a_0 + a_1 r\theta + a_2 r^2 \theta^2 + \ldots + a_{n-1} r^{n-1} \theta^{n-1}, \\ \text{etc.}, \\ f(\theta^{n-1} r) = a_0 + a_1 r\theta^{n-1} + a_2 r^2 \theta^{2(n-1)} + \ldots + a_{n-1} r^{n-1} \theta^{(n-1)^2}. \end{cases}$$

En effet, puisque la somme

$$1 + \theta^m + \theta^{2m} + \ldots + \theta^{(n-1)m} = \frac{\theta^{mn} - 1}{\theta^m - 1}$$

s'évanouit pour toute valeur de m non divisible par n, les formules (6), respectivement multipliées par les facteurs

$$1, \ \theta^{-m}, \ \theta^{-2m}, \ \ldots, \ \theta^{-(n-1)m},$$

puis combinées entre elles par voie d'addition, reproduiront évidemment l'équation (5).

» L'équation (5) peut encore s'écrire comme il suit,

$$(7) \qquad a_m = \frac{r^{-m}}{n} \mathop{\mathrm{S}}_{l=0}^{l=n-1} [\theta^{-ml} \mathrm{f}(\theta^l r)],$$

la somme indiquée par le signe S s'étendant à toutes les valeurs entières

$$0,\ 1,\ 2,\ 3, \ldots,\ n-1$$

de l'exposant l, qui fournissent des valeurs distinctes de θ^l. En substituant la valeur précédente de a_m dans l'équation (1), on trouvera

$$(8) \qquad \mathrm{f}(x) = \frac{1}{n} \mathop{\mathrm{S}}_{m=0}^{m=n-1} \mathop{\mathrm{S}}_{l=n}^{l=n-1} \left[\left(\frac{x}{r}\right)^m \theta^{-ml} \mathrm{f}(\theta^l r)\right],$$

ou, ce qui revient au même,

$$(9) \qquad \mathrm{f}(x) = \frac{1}{n} \mathop{\mathrm{S}}_{l=0}^{l=n-1} \left[\frac{\left(\frac{x}{r}\right)^n - 1}{\frac{x}{r} - \theta^l} \theta^l \mathrm{f}(\theta^l r)\right].$$

Cette dernière équation coïncide avec la formule (4).

» Soit maintenant

$$(10) \qquad \mathrm{F}(x) = \mathrm{A}_0 + \mathrm{A}_1 x + \mathrm{A}_2 x^2 + \ldots + \mathrm{A}_{n-1} x^{n-1}$$

une nouvelle fonction entière de la variable x. Le terme indépendant de x, dans le développement du produit

$$\mathrm{f}(x)\mathrm{F}\left(\frac{1}{x}\right),$$

sera la somme s, déterminée par la formule

$$(11) \qquad s = \mathrm{A}_0 a_0 + \mathrm{A}_1 a_1 + \mathrm{A}_2 a_2 + \ldots + \mathrm{A}_{n-1} a_{n-1}.$$

Or, en vertu de l'équation (7), la formule (11) donnera

$$(12) \qquad s = \frac{1}{n} \mathop{\mathrm{S}}_{m=0}^{m=n-1} \mathop{\mathrm{S}}_{l=0}^{l=n-1} [\mathrm{A}_m r^{-m} \theta^{-ml} \mathrm{f}(\theta^l r)],$$

ou, ce qui revient au même,

$$(13)\qquad s = \frac{1}{n} \mathop{S}_{l=0}^{l=n-1} [F(\theta^{-l} r^{-1}) f(\theta^{l} r)].$$

» A la formule (13) on pourrait substituer encore celle que nous allons indiquer.

» Soient

$$\alpha,\ \beta,\ \gamma, \ldots,$$

$n-1$ expressions réelles ou imaginaires, choisies de manière à vérifier la condition

$$\frac{A_0}{n-1} = \frac{A_1}{\alpha+\beta+\gamma+\ldots} = \frac{A_2}{\alpha^2+\beta^2+\gamma^2+\ldots} = \ldots = \frac{A_{n-1}}{\alpha^{n-1}+\beta^{n-1}+\gamma^{n-1}+\ldots},$$

ou ce qui revient au même, de manière à vérifier les formules

$$(14)\qquad \begin{cases} \alpha + \beta + \gamma + \ldots\ldots = (n-1)\dfrac{A_1}{A_0}, \\ \alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 + \ldots\ldots = (n-1)\dfrac{A_2}{A_0}, \\ \text{etc.}, \\ \alpha^{n-1} + \beta^{n-1} + \gamma^{n-1} + \ldots = (n-1)\dfrac{A_{n-1}}{A_0}. \end{cases}$$

Il sera facile d'obtenir l'équation qui aura pour racines

$$\alpha,\ \beta,\ \gamma, \ldots$$

Or, après avoir tiré de cette équation les valeurs de $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$, on aura évidemment, en vertu des formules (11), (14) et (1),

$$(15)\qquad s = A_0 \frac{f(\alpha)+f(\beta)+f(\gamma)+\ldots}{n-1}.$$

» Nous joindrons ici une observation importante. Supposons que, les fonctions $f(x)$, $F(x)$ étant non plus du degré $n-1$, mais du degré n, les équations (1) et (10) se trouvent remplacées par les suivantes

$$(16)\qquad f(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_{n-1} x^{n-1} + a_n x^n,$$

$$(17)\qquad F(x) = A_0 + A_1 x + A_2 x^2 + \ldots + A_{n-1} x^{n-1} + A_n x^n;$$

le terme indépendant de x, dans le développement du produit

$$f(x)F\left(\frac{1}{x}\right),$$

sera la valeur de s déterminée par la formule

$$(18)\qquad s = A_0 a_0 + A_1 a_1 + A_2 a_2 + \ldots + A_{n-1} a_{n-1} + A_n a_n.$$

Or, pour que cette dernière valeur de s puisse encore se calculer à l'aide de la formule (12), θ désignant toujours une racine primitive de l'équation binome

$$x^n = 1,$$

il suffira que l'on choisisse convenablement la valeur de r. En effet, si l'on substitue la formule (16) à la formule (1), l'équation (7) continuera évidemment de subsister pour les valeurs

$$1,\ 2,\ 3,\ldots,\ n-1$$

du nombre m; mais, pour une valeur nulle de m, cette même équation se trouvera remplacée par la suivante

$$(19)\qquad a_0 + a_n r^n = \frac{1}{n} \mathop{S}_{l=0}^{l=n-1} [f(r)].$$

On aura donc alors

$$(20)\qquad A_0 a_0 + A_n a_n = \frac{1}{n} \mathop{S}_{l=0}^{l=n-1} [A_0 f(r)],$$

pourvu que l'on choisisse r de manière à vérifier la formule

$$(21)\qquad r^n = \frac{A_n}{A_0},$$

et sous cette condition l'on obtiendra de nouveau la formule (12).

» Dans les diverses formules ci-dessus établies, la racine primitive θ de l'équation binome

$$x^n = 1$$

peut être réduite à

$$e^{\frac{2\pi}{n}\sqrt{-1}}.$$

Si d'ailleurs on fait croître indéfiniment le nombre n, on verra ces formules se convertir en d'autres équations déjà connues. Par exemple, en prenant pour r une quantité positive supérieure au module de x, et posant

$$\theta^l = e^{p\sqrt{-1}}, \quad re^{p\sqrt{-1}} = \bar{x}, \quad x = a,$$

on tirera de la formule (9)

$$f(x) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} \frac{\bar{x} f(\bar{x})}{\bar{x} - x} dp.$$

» Observons encore que les diverses formules établies dans ce paragraphe peuvent être facilement étendues au cas où les fonctions

$$f(x), \quad F(x)$$

se trouveraient remplacées par des fonctions entières de deux ou de plusieurs variables

$$x, y, z, \ldots$$

Ainsi, en particulier, si l'on désigne par

$$f(x, y)$$

une fonction entière des variables x, y, qui soit du degré $n - 1$ par rapport à x, et du degré $n' - 1$ par rapport à y; alors, en nommant r une valeur particulière de x, s une valeur particulière de y, et

$$\theta, \theta'$$

des racines primitives des équations

$$x^n = 1, \quad x^{n'} = 1,$$

on tirera de la formule (8)

$$(22) \left\{ \begin{array}{c} f(x, y) = \\ \frac{1}{nn'} \mathop{S}_{m'=0}^{m'=n'-1} \mathop{S}_{l'=0}^{l'=n'-1} \mathop{S}_{m=0}^{m=n-1} \mathop{S}_{l=0}^{l=n-1} \left[\left(\frac{x}{r}\right)^m \left(\frac{y}{s}\right)^{m'} \theta^{-ml} \theta'^{-m'l'} f(\theta^l r, \theta'^{l'} s) \right], \end{array} \right.$$

et de la formule (9)

$$(23)\quad f(x, y) = \frac{1}{nn'} \mathop{S}_{l'=0}^{l'=n'-1} \mathop{S}_{l=0}^{l=n-1} \left[\frac{\left(\frac{x}{r}\right)^n - 1}{\frac{x}{r} - \theta^l} \frac{\left(\frac{y}{s}\right)^{n'} - 1}{\frac{y}{s} - \theta'^{l'}} \theta^l \theta'^{l'} f(\theta^l r, \theta'^{l'} s) \right].$$

§ II. *Formules d'interpolation qui déterminent la valeur générale d'une fonction entière des sinus et cosinus d'un même arc.*

» Diverses formules d'interpolation, par exemple celles que Lagrange a obtenues dans le tome III des anciens *Mémoires de l'Académie de Turin,* et celles que j'ai données à mon tour dans un Mémoire sur la Mécanique céleste, présenté à la même Académie le 11 octobre 1831, fournissent le moyen de développer une fonction entière des sinus et cosinus d'un arc suivant les sinus et cosinus des multiples de cet arc. Or ces diverses formules d'interpolation se déduisent immédiatement de celles qui, dans le premier paragraphe, servent à déterminer la valeur générale d'une fonction entière de la variable x. C'est ce que je vais expliquer en peu de mots.

» Soit

$$f(t)$$

une fonction entière de $\sin t$ et de $\cos t$, et k le degré de cette fonction. Le produit

$$e^{kt\sqrt{-1}} f(t),$$

considéré comme fonction de l'exponentielle trigonométrique

$$e^{t\sqrt{-1}},$$

sera évidemment une fonction entière du degré $2k+1$. Donc, si l'on désigne par n un nombre entier égal ou supérieur à $2k+1$, et par

$$t_1,\ t_2,\ t_3, \ldots,\ t_n,$$

n valeurs particulières de la variable t, on aura, en vertu de la formule

d'interpolation de Lagrange,

$$(1)\left\{\begin{aligned} e^{kt\sqrt{-1}}\,\mathrm{f}(t) = & \frac{\left(e^{t\sqrt{-1}} - e^{t_2\sqrt{-1}}\right)\ldots\left(e^{t\sqrt{-1}} - e^{t_n\sqrt{-1}}\right)}{\left(e^{t_1\sqrt{-1}} - e^{t_2\sqrt{-1}}\right)\ldots\left(e^{t_1\sqrt{-1}} - e^{t_n\sqrt{-1}}\right)}\, e^{kt_1\sqrt{-1}}\,\mathrm{f}(t_1) \\ & + \text{etc.} \\ & + \frac{\left(e^{t\sqrt{-1}} - e^{t_1\sqrt{-1}}\right)\ldots\left(e^{t\sqrt{-1}} - e^{t_{n-1}\sqrt{-1}}\right)}{\left(e^{t_n\sqrt{-1}} - e^{t\sqrt{-1}}\right)\ldots\left(e^{t_n\sqrt{-1}} - e^{t_{n-1}\sqrt{-1}}\right)}\, e^{kt_n\sqrt{-1}}\,\mathrm{f}(t_n). \end{aligned}\right.$$

Cette dernière formule subsistera, par exemple, si l'on prend

$$n = 2k + 1, \quad \text{ou} \quad n = 2k + 2.$$

D'ailleurs, comme on aura généralement

$$\frac{e^{t\sqrt{-1}} - e^{t_m\sqrt{-1}}}{e^{t_l\sqrt{-1}} - e^{t_m\sqrt{-1}}} = e^{\frac{1}{2}(t-t_l)\sqrt{-1}}\,\frac{\sin\dfrac{t-t_m}{2}}{\sin\dfrac{t_l-t_m}{2}},$$

on pourra facilement transformer en produits de sinus les deux termes de chacune des fractions comprises dans le second membre de l'équation (1); et, si l'on suppose en particulier

$$n = 2k + 1,$$

l'équation (1) donnera

$$(2)\left\{\begin{aligned} \mathrm{f}(t) = & \frac{\sin\dfrac{t-t_2}{2}\sin\dfrac{t-t_3}{2}\ldots\sin\dfrac{t-t_n}{2}}{\sin\dfrac{t_1-t_2}{2}\sin\dfrac{t_1-t_3}{2}\ldots\sin\dfrac{t_1-t_n}{2}}\,\mathrm{f}(t_1) \\ & + \text{etc.} \\ & + \frac{\sin\dfrac{t-t_1}{2}\sin\dfrac{t-t_2}{2}\ldots\sin\dfrac{t-t_{n-1}}{2}}{\sin\dfrac{t_n-t_1}{2}\sin\dfrac{t_n-t_2}{2}\ldots\sin\dfrac{t_n-t_{n-1}}{2}}\,\mathrm{f}(t_n). \end{aligned}\right.$$

» Si l'on pose, pour abréger,

$$(3)\qquad \varphi(x) = \left(x - e^{t_1\sqrt{-1}}\right)\left(x - e^{t_2\sqrt{-1}}\right)\ldots\left(x - e^{t_n\sqrt{-1}}\right),$$

on verra l'équation (1), divisée par l'exponentielle

$$e^{kt\sqrt{-1}},$$

se réduire simplement à la formule

$$(4)\quad \left\{ \begin{aligned} f(t) = & \frac{\varphi\left(e^{t\sqrt{-1}}\right)}{e^{t\sqrt{-1}} - e^{t_1\sqrt{-1}}} e^{k(t_1-t)\sqrt{-1}} \frac{f(t_1)}{\varphi'\left(e^{t_1\sqrt{-1}}\right)} + \ldots \\ & \ldots + \frac{\varphi\left(e^{t\sqrt{-1}}\right)}{e^{t\sqrt{-1}} - e^{t_n\sqrt{-1}}} e^{k(t_n-t)\sqrt{-1}} \frac{f(t_n)}{\varphi'\left(e^{t_n\sqrt{-1}}\right)}, \end{aligned} \right.$$

ou, ce qui revient au même, à

$$(5)\qquad f(t) = \mathop{S}_{l=1}^{l=n} \left[\frac{\varphi\left(e^{t\sqrt{-1}}\right)}{e^{t\sqrt{-1}} - e^{t_l\sqrt{-1}}} e^{k(t_l-t)\sqrt{-1}} \frac{f(t_l)}{\varphi'\left(e^{t_l\sqrt{-1}}\right)} \right].$$

A l'aide de la formule (5), le coefficient d'une puissance donnée de l'exponentielle

$$e^{t\sqrt{-1}},$$

dans le développement de la fonction $f(t)$, se déduira sans peine du coefficient qui affecte la même puissance dans le développement du produit

$$\frac{\varphi\left(e^{t\sqrt{-1}}\right)}{e^{t\sqrt{-1}} - e^{t_l\sqrt{-1}}} e^{k(t_l-t)\sqrt{-1}},$$

et par suite des cofficients qui affectent les diverses puissances de x dans le développement de la fonction

$$\varphi(x).$$

En effet, supposons

$$(6)\qquad \varphi(x) = x^n + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} + \ldots + a_{n-1} x + a_n.$$

On en conclura

$$(7)\quad \varphi\left(e^{t\sqrt{-1}}\right) = e^{nt\sqrt{-1}} + a_1 e^{(n-1)t\sqrt{-1}} + a_2 e^{(n-2)t\sqrt{-1}} + \ldots + a_{n-1} e^{t\sqrt{-1}} + a_n;$$

et, comme on a d'ailleurs

$$\frac{1}{e^{t\sqrt{-1}}-e^{t_1\sqrt{-1}}}=e^{-t\sqrt{-1}}\left[1+e^{(t_1-t)\sqrt{-1}}+e^{2(t_1-t)\sqrt{-1}}+\ldots\right],$$

on trouvera définitivement

$$(8)\left\{\begin{aligned}\frac{\varphi(e^{t\sqrt{-1}})}{e^{t\sqrt{-1}}-e^{t_1\sqrt{-1}}}e^{k(t_1-t)\sqrt{-1}}=&\,e^{kt_1\sqrt{-1}}e^{(n-k-1)t\sqrt{-1}}\\&+\left(\alpha_1+e^{t_1\sqrt{-1}}\right)e^{kt_1\sqrt{-1}}e^{(n-k-2)t\sqrt{-1}}\\&+\left(\alpha_2+\alpha_1e^{t_1\sqrt{-1}}+e^{2t_1\sqrt{-1}}\right)e^{kt_1\sqrt{-1}}e^{(n-k-3)t\sqrt{-1}}\\&+\text{etc.}\end{aligned}\right.$$

D'ailleurs, si l'on considère

$$\alpha_1,\ \alpha_2,\ldots,\ \alpha_n$$

comme des inconnues déterminées par le système des équations que l'on déduit de la formule (7), quand on attribue successivement à la variable t les diverses valeurs

$$t_1,\ t_2,\ldots,\ t_n,$$

on pourra, en vertu des principes établis dans l'*Analyse algébrique*, obtenir facilement les valeurs de ces inconnues, lorsque les coefficients de chacune d'elles, dans les équations dont il s'agit, formeront une progression géométrique, ou, ce qui revient au même, lorsque les quantités

$$t_1,\ t_2,\ldots,\ t_n$$

formeront une progression arithmétique. Donc alors aussi l'on pourra aisément tirer de la formule (5) le coefficient qui affecte une puissance donnée de l'exponentielle

$$e^{t\sqrt{-1}}$$

dans le développement de $\mathrm{f}(t)$.

» Concevons, pour fixer les idées, que les quantités

$$t_1,\ t_2,\ldots,\ t_n$$

se confondent avec les divers termes

$$\tau,\ \tau+\frac{2\pi}{n},\ldots,\ \tau+(n-1)\frac{2\pi}{n},$$

d'une progression arithmétique dont la raison serait $\frac{2\pi}{n}$. On trouvera, dans ce cas,

$$\varphi(x)=x^n-e^{n\tau\sqrt{-1}},\quad \varphi'(x)=nx^{n-1},$$

et, en posant

$$\theta=e^{\frac{2\pi}{n}\sqrt{-1}},$$

on tirera de la formule (5)

$$(9)\qquad \mathrm{f}(t)=\frac{1}{n}\mathop{\mathrm{S}}_{l=0}^{l=n-1}\left[\frac{1-e^{n(t-\tau)\sqrt{-1}}}{1-\theta^{-l}e^{(t-\tau)\sqrt{-1}}}\theta^{kl}e^{k(\tau-t)\sqrt{-1}}\mathrm{f}\left(\tau+\frac{2\pi l}{n}\right)\right];$$

puis, en développant le rapport

$$\frac{1-e^{n(t-\tau)\sqrt{-1}}}{1-\theta^{-l}e^{(t-\tau)\sqrt{-1}}},$$

on conclura de l'équation (9)

$$(10)\qquad \mathrm{f}(t)=\frac{1}{n}\mathop{\mathrm{S}}_{m=0}^{m=n-1}\mathop{\mathrm{S}}_{l=0}^{l=n-1}\left[e^{(m-k)\left(t-\tau-\frac{2\pi l}{n}\right)\sqrt{-1}}\mathrm{f}\left(\tau+\frac{2\pi l}{n}\right)\right].$$

Si, dans cette dernière équation, l'on pose

$$n=2k+1,$$

on pourra, sans inconvénient, y supposer la sommation relative à la lettre l effectuée non plus entre les limites

$$l=0,\quad l=n-1=2k,$$

mais entre les limites

$$l=-k,\quad l=k,$$

et par suite, on trouvera

$$(11)\qquad f(t)=\frac{1}{2k+1}\mathop{S}_{m=-k}^{m=k}\mathop{S}_{l=-k}^{l=k}\left[e^{m\left(t-\tau-\frac{2\pi l}{2k+1}\right)\sqrt{-1}}f\left(\tau+\frac{2\pi l}{2k+1}\right)\right].$$

Si l'on prenait, au contraire,

$$n=2k+2,$$

on trouverait

$$(12)\qquad f(t)=\frac{1}{2(k+1)}\mathop{S}_{m=-k}^{m=k+1}\mathop{S}_{l=-k}^{l=k+1}\left[e^{m\left(t-\tau-\frac{\pi l}{k+1}\right)\sqrt{-1}}f\left(\tau+\frac{\pi l}{k+1}\right)\right].$$

» Il est bon d'observer que, dans la formule (9), on a

$$\frac{1-e^{n(t-\tau)\sqrt{-1}}}{1-\theta^{-l}e^{(t-\tau)\sqrt{-1}}}=\frac{\sin\frac{n}{2}\left(t-\tau-\frac{2\pi l}{n}\right)}{\sin\frac{1}{2}\left(t-\tau-\frac{2\pi l}{n}\right)}\,e^{\frac{n-1}{2}\left(t-\tau-\frac{2\pi l}{n}\right)\sqrt{-1}}.$$

Donc la formule (9) peut être réduite à

$$(13)\quad f(t)=\frac{1}{n}\mathop{S}_{l=0}^{l=n-1}\frac{\sin\frac{n}{2}\left(t-\tau-\frac{2\pi l}{n}\right)}{\sin\frac{1}{2}\left(t-\tau-\frac{2\pi l}{n}\right)}\,e^{\left(\frac{n-1}{2}-k\right)\left(t-\tau-\frac{2\pi l}{n}\right)\sqrt{-1}}f\left(\tau+\frac{2\pi l}{n}\right).$$

» Lorsque $f(t)$ représente une fonction réelle de t, la formule (9) ou (13) se réduit à

$$(14)\quad f(t)=\frac{1}{n}\mathop{S}_{l=0}^{l=n-1}\frac{\sin\frac{n}{2}\left(t-\tau-\frac{2\pi l}{n}\right)}{\sin\frac{1}{2}\left(t-\tau-\frac{2\pi l}{n}\right)}\cos\left[\frac{n-2k-1}{2}\left(t-\tau-\frac{2\pi l}{n}\right)\right]f\left(\tau+\frac{2\,l}{n}\right),$$

et la formule (10) à

$$(15)\qquad f(t)=\frac{1}{n}\mathop{S}_{m=0}^{m=n-1}\mathop{S}_{l=0}^{l=n-1}\cos\left[(m-k)\left(t-\tau-\frac{2\pi l}{n}\right)\right]f\left(\tau+\frac{2\pi l}{n}\right).$$

Si l'on suppose en particulier $n=2k+1$, la formule (14) donnera

$$(16)\quad f(t)=\frac{1}{2k+1}\mathop{S}_{l=0}^{l=2k}\frac{\sin\frac{2k+1}{2}\left(t-\tau-\frac{2\pi l}{2k+1}\right)}{\sin\frac{1}{2}\left(t-\tau-\frac{2\pi l}{2k+1}\right)}\,f\left(\tau+\frac{2\pi l}{2k+1}\right).$$

Si l'on suppose au contraire $n = 2k+2$, l'on trouvera

$$(17)\quad \mathrm{f}(t) = \frac{1}{n} \mathop{\mathrm{S}}_{l=0}^{l=2k+1} \frac{\sin\left[(k+1)\left(t-\tau-\frac{\pi l}{k+1}\right)\right]}{\sin\frac{1}{2}\left(t-\tau-\frac{\pi l}{k+1}\right)} \cos\frac{1}{2}\left(t-\tau-\frac{\pi l}{k+1}\right) \mathrm{f}\left(\tau+\frac{\pi l}{k+1}\right).$$

Dans cette dernière supposition, la formule (15) donnera

$$\mathrm{f}(t) = \frac{1}{2(k+1)} \mathop{\mathrm{S}}_{m=0}^{m=2k+1} \mathop{\mathrm{S}}_{l=0}^{l=2k+1} \cos\left[(m-k)\left(t-\tau-\frac{\pi l}{k+1}\right)\right] \mathrm{f}\left(\tau+\frac{\pi l}{k+1}\right),$$

ou, ce qui revient au même,

$$(18)\quad \mathrm{f}(t) = \frac{1}{2(k+1)} \mathop{\mathrm{S}}_{m=0}^{m=2k} \mathop{\mathrm{S}}_{l=0}^{l=2k+1} \cos\left[(m-k)\left(t-\tau-\frac{\pi l}{k+1}\right)\right] \mathrm{f}\left(\tau+\frac{\pi l}{k+1}\right),$$

attendu que la somme des termes correspondants à

$$m = 2k+1, \quad \text{ou} \quad m-k = k+1,$$

c'est-à-dire, la somme des termes qui renferment des arcs de la forme

$$(k+1)\left(t-\tau-\frac{\pi l}{k+1}\right),$$

disparaîtra de la fonction $\mathrm{f}(t)$.

» Enfin, dans la formule (18) que l'on peut encore écrire comme il suit

$$(19)\qquad \mathrm{f}(t) = \frac{1}{2(k+1)} \mathop{\mathrm{S}}_{m=-k}^{m=k} \mathop{\mathrm{S}}_{l=-k}^{l=k+1} \cos m\left(t-\tau-\frac{\pi l}{k+1}\right) \mathrm{f}\left(\tau+\frac{\pi l}{k+1}\right),$$

le facteur

$$\cos m\left(t-\tau-\frac{\pi l}{k+1}\right)$$

pourra être réduit au produit

$$\cos mt \cos m\left(\tau+\frac{\pi l}{k+1}\right),$$

si $\mathrm{f}(t)$ est une fonction paire de t, c'est-à-dire, si l'on a

$$(20)\qquad \mathrm{f}(t) = a_0 + a_1 \cos t + a_2 \cos 2t + \ldots + a_k \cos kt,$$

et au produit

$$\sin mt \sin m\left(\tau + \frac{\pi l}{k+1}\right),$$

si $f(t)$ est une fonction impaire de t, c'est-à-dire si l'on a

$$(21) \qquad f(t) = b_0 + b_1 \sin t + b_2 \sin 2t + \ldots + b_k \sin kt.$$

Dans le second cas, en posant $\tau = 0$, on pourra réduire la formule (19) à la suivante

$$(22) \qquad f(t) = \frac{2}{k+1} \overset{m=k}{\underset{m=1}{\mathrm{S}}} \overset{l=k}{\underset{l=1}{\mathrm{S}}} \sin mt \sin \frac{\pi ml}{k+1}\, f\left(\frac{\pi l}{k+1}\right),$$

en sorte qu'on aura

$$b_m = \frac{2}{k+1} \overset{l=k}{\underset{l=1}{\mathrm{S}}} \sin \frac{\pi ml}{k+1}\, f\left(\frac{\pi l}{k+1}\right),$$

comme Lagrange l'a trouvé dans le tome III des anciens Mémoires de l'Académie de Turin.

» Concevons maintenant que les valeurs particulières de t, représentées par

$$t_1, \; t_2, \ldots, \; t_n,$$

forment une progression arithmétique dont la raison ρ diffère de $\frac{2\pi}{n}$, et coïncident, par exemple, avec les divers termes de la suite

$$\tau - k\rho, \; \tau - (k-1)\rho, \ldots, \; \tau - \rho, \; \tau, \; \tau + \rho, \ldots, \; \tau + (k-1)\rho, \; \tau + k\rho.$$

On pourra déterminer encore la valeur générale de $f(t)$, non-seulement à l'aide de l'équation (2), mais aussi à l'aide de la formule (6), pourvu que, dans cette dernière formule, on suppose $n = 2k + 1$, et

$$\varphi(x) = e^{n\tau\sqrt{-1}}\, \psi\left(xe^{-\tau\sqrt{-1}}\right),$$

la valeur de $\psi(x)$ étant

$$(23) \quad \begin{cases} \psi(x) = x^{2k+1} - \dfrac{\sin(k+\frac{1}{2})\rho}{\sin\frac{1}{2}\rho} x^{2k} + \dfrac{\sin(k+\frac{1}{2})\rho . \sin k\rho}{\sin\frac{1}{2}\rho . \sin\rho} x^{2k-1} \ldots\ldots \\ \qquad \ldots - \dfrac{\sin(k+\frac{1}{2})\rho . \sin k\rho}{\sin\frac{1}{2}\rho . \sin\rho} x^2 + \dfrac{\sin(k+\frac{1}{2})\rho}{\sin\rho} x - 1. \end{cases}$$

» Les diverses formules qui précèdent peuvent être facilement étendues au cas où il s'agit de déterminer la valeur générale d'une fonction entière des sinus et cosinus de plusieurs arcs

$$t,\ t',\ldots,$$

d'après un certain nombre de valeurs particulières supposées connues. Cette extension est semblable à celle des formules que nous avions d'abord obtenues dans le § I^{er}.

» La formule (2), ainsi que plusieurs de celles qui en ont été déduites, et la formule (23) elle-même, sont extraites du Mémoire que j'ai présenté à l'Académie du Turin le 11 octobre 1831, et qui a été paraphé à cette époque par le secrétaire de cette Académie, puis lithographié en grande partie, et avec quelques additions, en 1832. La formule (10) en particulier se trouve établie pour les valeurs

$$2k+1 \quad \text{et} \quad 2k+2$$

du nombre n, puis étendue au cas où l'on considère une fonction entière des sinus et cosinus de deux arcs t, t', et enfin appliquée à des problèmes de Mécanique céleste, dans le § III du Mémoire lithographié. »

PHYSIQUE. — *Observation sur la variation diurne de l'aiguille aimantée; par* M. DUTROCHET.

« Deux aiguilles aimantées qui ont un magnétisme inégal et qui, ayant leurs pôles réciproquement renversés, forment ensemble un système imparfaitement astatique suspendu à un fil de cocon, sont, l'une par rapport à l'autre, dans des conditions telles, que l'aiguille supérieure qui a plus de force magnétique que l'inférieure n'éprouve, par l'antagonisme de cette dernière, qu'une simple diminution de sa déclinaison, en sorte qu'elle se rapproche d'environ 15° degrés du méridien terrestre. Or en observant cette aiguille supérieure, qui correspond à un cercle gradué, j'ai vu qu'elle éprouvait dans sa direction, qui est celle du système dont elle fait partie, des variations diurnes dont la marche est exactement semblable à celle que présente l'aiguille aimantée simple, mais avec des amplitudes bien plus grandes. Avec l'aiguille aimantée simple, en effet, le maximum de l'amplitude de la variation diurne ne s'élève qu'à 25 minutes, tandis qu'avec mon système d'aiguilles, j'ai observé, dans certains jours de l'été, une

variation qui a atteint 3° d'amplitude dans son maximum. J'ai observé cette marche si considérablement amplifiée de la variation diurne pendant plus de quatre mois, et, ainsi que cela a été observé avec l'aiguille aimantée simple, cette marche a toujours été en relation avec l'état ascendant ou descendant de la température atmosphérique, ayant lieu vers l'ouest tant que la température de l'air extérieur croissait et s'effectuant vers l'est toutes les fois que cette température décroissait. »

« M. **Arago** prend la parole au sujet de cette communication, et fait observer que le principe qui sert de base à l'expérience de M. Dutrochet est connu. On sait depuis long-temps qu'une aiguille aimantée dont la direction naturelle est changée par le voisinage d'un aimant, peut éprouver des variations diurnes beaucoup plus étendues qu'elles ne le sont dans l'état ordinaire. Dans quelques expériences ces variations ont atteint une amplitude de 10°. »

M. **Dutrochet** répond :

« Si le principe de l'expérience que je viens d'exposer est connu, la forme de cette expérience elle-même, telle que je la présente, est nouvelle. On avait observé l'augmentation de l'amplitude des variations diurnes de l'aiguille aimantée déviée de sa direction naturelle par l'influence d'un aimant *fixe*, mais on n'avait point encore observé cette même augmentation de l'amplitude des variations diurnes de l'aiguille aimantée diminuée de déclinaison par l'influence d'une autre aiguille aimantée qui forme avec elle un même système et dont les pôles sont opposés aux siens. Cette dernière aiguille joue ici le rôle qui, dans l'expérience rapportée par M. Arago, appartient à l'aimant *fixe* modificateur de la direction naturelle de l'aiguille aimantée; mais, dans mon expérience, l'aimant est *mobile* et suit l'aiguille aimantée dans tous ses mouvements. Lorsque l'aimant est *fixe* son influence sur la direction de l'aiguille aimantée change avec chaque variation de direction de cette dernière, puisque alors cette influence a lieu sous un angle sans cesse différent; tandis que lorsque l'aimant est *mobile* et qu'il suit l'aiguille aimantée dans tous ses mouvements, son influence sur elle ne change point et il en doit résulter plus de régularité dans les rapports du magnétisme de cette aiguille avec le magnétisme terrestre. Aussi l'appareil dont j'ai fait usage m'a-t-il offert constamment les variations diurnes de l'aiguille aimantée avec une exactitude qui m'a paru très grande. »

M. DE BLAINVILLE fait hommage à l'Académie de deux opuscules ayant pour titre, l'un *Considérations générales sur les animaux et leur classification;* l'autre *Considérations générales sur le système nerveux.*

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les combinaisons oxigénées du chlore; par* M. MILLON.

(Commissaires, MM. Thenard, Dumas, Pelouze.)

L'auteur termine son Mémoire par le passage suivant, qui fait connaître les principaux résultats de son travail :

« Les conclusions qui se déduisent de ces diverses expériences peuvent être ainsi résumées :

» 1°. Le composé désigné jusqu'à présent sous le nom de *deutoxide de chlore*, et auquel M. Gay-Lussac a assigné pour formule ClO^4, est un véritable liquide jusqu'à la température de $+ 20°$.

» 2°. On l'obtient, sous cette forme, dans un étant de pureté qui permet de suivre ses réactions et d'en saisir le caractère essentiel.

» 3°. Au contact des oxides alcalins, il se transforme en chlorate et en chlorite, absolument comme l'acide hypoazotique AzO^4 se transforme en nitrate et en nitrite :

$$2\,ClO^4 + KO = ClO^5,KO + ClO^3,KO,$$
$$2\,AzO^4 + KO = AzO^5,KO + AzO^3,KO.$$

Il convient dès-lors de changer la dénomination de deutoxide de chlore en celle d'acide hypochlorique, qui est en rapport non-seulement avec la composition de ce corps, mais encore avec une réaction tout-à-fait fondamentale.

» 4°. Les chlorites existent au même titre que les nitrites, et constituent une nouvelle série de sels qui offrent assez de stabilité pour qu'on puisse faire passer leur acide sur des oxides métalliques, et obtenir ces derniers sels à l'état cristallin.

» 5°. L'action de l'acide hydrochlorique sur le chlorate de potasse ne

fournit pas un gaz particulier, mais un mélange de plusieurs produits où il est facile de distinguer une très forte proportion de chlore et d'acide hypochlorique.

» 6°. Le composé désigné sous le nom d'*acide hypochloreux* ne se comporte pas avec les alcalis comme un acide; il les fait passer simplement dans un ordre de combinaisons qui correspond aux peroxides et aux chlorures d'oxide. Il continue les séries qui ont été ouvertes par l'eau oxigénée et montre ainsi l'extension et l'importance du rôle que cette dernière découverte est appelée à remplir dans la science. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Recherches sur les grands hivers de la France; par* M. FUSTER.

(Commissaires, MM. Arago, Double, Serres.)

« M. Fuster se propose de tracer une histoire régulière des grands hivers de la France, d'où l'on puisse déduire quelques principes météorologiques sur les caractères et les rapports de ces phénomènes extraordinaires.

» Ses recherches se divisent en deux parties, l'une est consacrée aux grands hivers communs à toute la France; l'autre aux grands hivers de ses principales régions. Le Mémoire actuel offre l'histoire des grands hivers généraux depuis les temps les plus reculés jusqu'à l'hiver de 1709 inclusivement.

» Un hiver, dit M. Fuster, n'est pas grand uniquement par le degré d'abaissement du thermomètre; il ne mérite ce titre que lorsque l'abaissement thermométrique se soutient pendant long-temps et qu'il ne subit pas dans l'intervalle des variations trop fortes, ni trop fréquentes. La grandeur d'un hiver exige donc trois éléments : le degré du froid, sa durée et sa persévérance, en proportionnant, bien entendu, la mesure de ces trois éléments à la diversité des lieux, des circonstances et des siècles.

» M. Fuster reproduit ensuite les principaux détails historiques sur les grands hivers de la France dans les premiers siècles de notre ère.

» L'auteur fait remarquer à l'égard de ces anciens hivers qu'on ne trouve que des indications confuses sur l'âpreté du froid. Sa mesure précise, dit-il, suppose la pratique des observations thermométriques et la première observation de ce genre publiée en France par Lahire, date seulement du 6 février 1695. Il faut donc renoncer à connaître avec quelque exactitude

le degré de froid éprouvé en France avant la fin du XVII^e siècle et même s'il s'agit de mesures parfaitement irréprochables, ce n'est pas trop d'attendre en 1730 après les travaux thermométriques de Réaumur.

» A défaut de la précision qui nous manque, force est bien de se contenter d'évaluations approximatives. Les météorologistes établissent ces évaluations sur les rapports entre certains effets du froid et les états simultanés du thermomètre. L'auteur se sert des mêmes données. Tous ses degrés thermométriques sont des degrés centésimaux.

» La plupart de nos grands cours d'eau, les plus rapides ne sont pas exceptés, charrient, dit M. Fuster, par un degré de froid qui diffère tout au plus de 3°. Ceux des provinces du nord comme la Seine à Paris, le Rhin à Strasbourg, la Loire à Tours, charrient communément au bout de trois ou quatre jours d'un froid de — 7° à — 8°; les grandes rivières de nos provinces méridionales, la Garonne à Toulouse, la Gironde à Bordeaux, le Var près de Draguignan, le Rhône même dans la Provence et dans le Vivarais, charrient en général plutôt que les premières et c'est communément au bout de trois ou quatre jours d'un froid de — 5 à — 6°. L'uniformité de ce phénomène, à part les différences du midi au nord, fournit déjà une mesure approximative pour les degrés inférieurs d'une échelle de nos grands froids.

» Il en est autrement de la congélation de ces fleuves. Ici l'on ne rencontre à dire vrai, aucune apparence d'uniformité. A Paris, la Seine s'est trouvée entièrement gelée sous presque toutes les divisions thermométriques depuis — 9° jusqu'à — 14°; d'un autre côté elle est restée fluide entre les ponts en 1709, 1747, 1754, 1783, 1795, 1820, par des froids de — 14°, — 15°, — 16°, — 20° et — 23°. Le Rhône se prend ordinairement au-dessus et au-dessous de Viviers, lorsque le thermomètre centigrade marque pendant quelques jours — 11°,2 à 12°,5. En Dauphiné et en Provence, il semble exiger pour se prendre en totalité au-delà de — 16° ou — 18° et même à Lyon, il n'était pas entièrement pris au-dessous de la ville, le 2 février 1776, quoique depuis plusieurs jours le thermomètre dépassât — 18° et que le premier de ce mois en particulier, il indiquât — 21°,2 et — 21°,9.

» Nous observons plus de constance dans les rapports thermométriques de la congélation des grands étangs du Languedoc et de la Provence, des côtes et des petits ports de la Méditerranée, des côtes et des petits ports de la Manche. L'expérience des deux hivers de 1709 et de 1789, donne le droit de penser que ces côtes et ces bassins ne gèlent pas en entier à moins de

— 18° à — 20°. Leur congélation totale forme donc une seconde mesure approximative pour les degrés supérieurs d'une échelle de nos grands froids.

» Ces deux phénomènes, le charriage des fortes rivières et la congélation des côtes maritimes ne représentent après tout que les deux extrêmes de cette échelle. Des phénomènes d'un autre ordre servent à remplir les degrés intermédiaires: tels sont parmi les plus saisissables les impressions des plantes sous l'influence du froid.

» Dans la masse de végétaux cultivés chez nous en pleine terre, on peut établir, toutes choses d'ailleurs égales, une sorte de gradation de susceptibilité aux divers abaissements de la température : au premier rang se placent les orangers, les dattiers, les pistachiers ; au second, les oliviers, les lauriers, les myrtes, les grenadiers, les amandiers. En troisième ligne figurent les figuiers, les noyers, les mûriers, les vignes. Viennent ensuite les arbres fruitiers cultivés. Enfin la dernière classe comprend les végétaux les moins susceptibles, la robuste population des plantes sauvages et les arbres de nos forêts.

» Pour chacun de ces groupes de végétaux, M. Fuster détermine la température à laquelle ils succombent; puis, il déduit, de ces données, le degré de froid de presque tous les grands hivers des anciens siècles. Au reste, l'auteur n'a recours à ce mode de détermination qu'à défaut d'observations thermométriques. Les hivers plus récents lui permettent des déterminations beaucoup plus précises. Ces sortes de déterminations dirigeaient déjà les météorologistes à l'apparition inopinée du froid de 1709.

» M. Fuster décrit en détail les phases et les effets de ce célèbre hiver dans le nord et dans le midi de la France, et spécialement à Paris et à Montpellier, d'après les observations de Lahire, de Parent, de Bon et de Gauteron. L'auteur examine, en particulier, quel est au juste le maximum du froid de 1709 à Paris ; et il arrive à ce résultat qu'on l'ignore encore, et qu'on l'ignorera toujours. Le thermomètre de Lahire, dit-il, qui en a fourni la mesure, n'existe plus depuis cent ans, et personne, comme Messier l'établit sans replique, ne l'a comparé jadis avec les thermomètres actuels, au maximum de son abaissement en 1709. Les preuves de ce fait opposent une impossibilité matérielle aux succès prétendus de quelques comparaisons ultérieures. Aussi ce n'est que par approximation que Réaumur a pu rapporter ce maximum à — 15°,5 de son thermomètre, que Messier et les commissaires de l'Académie en ont déterminé le chiffre, et que les météorologistes de notre époque, suivant les excellentes indications de Vanswinden, l'arrêtent définitivement à — 18°,5 R., ou — 23°,1 cent.

» Le froid de 1709 fut plus précoce et plus intense à proportion dans nos contrées méridionales. Ce fait ressort avec évidence du détail des observations exécutées à Montpellier, à Pontbriant, à Toulouse, à Viviers. A Montpellier, notamment, il gela dès le 12 décembre 1708, et le maximum du froid, qui arriva le 11 janvier 1709, marqua — 16°,1. Le froid reprit trois fois durant cet hiver, soit au nord, soit au midi, et la seconde reprise eut aussi lieu deux jours plus tôt à Montpellier qu'à Paris. Quelques circonstances remarquables accompagnèrent le froid de la capitale. Malgré sa rigueur excessive, la Seine ne cessa pas d'être fluide depuis les ponts Notre-Dame et Saint-Michel jusqu'aux environs de Neuilly; on a constaté, en outre, que le jour des gelées le plus rudes, le froid devenait plus âpre quand le vent du Midi troublait par hasard le calme profond de l'air.

» Toutes les rivières de France étaient gelées. Le Rhône l'était en Provence, sur quelques points à la profondeur de douze pieds. Il en était de même des grands étangs du Languedoc et de la Provence. La mer gela aussi à Cette, à Marseille et dans la Manche. Sur les côtes de la Manche, elle était prise à deux lieues au large; le port de Marseille était changé aussi en un plancher solide; enfin l'étang de Thau, si étendu, si profond et si orageux, qui s'ouvre d'ailleurs dans la mer par un canal court et large, a été gelé de même d'un bout à l'autre; et sa congélation était si ferme, que plusieurs personnes ont pu aller de Balaruc et de Bousigues à Cette sur la glace.

» De grands désastres suivirent ces rudes gelées. La destruction des grains ruina les récoltes de l'année, et décida une disette générale très voisine de la famine.

» L'auteur résume en ces termes ses recherches sur l'hiver de 1709. Ainsi, dit-il, l'hiver de 1709 fut précédé d'un été et d'un automne froids et humides; il commença brusquement, et plus tôt dans le Midi que dans le Nord; le maximum du froid eut aussi lieu plus tôt dans le Midi que dans le Nord; son cours total s'accomplit en trois reprises; les gelées de janvier furent les plus longues et les plus rudes; son intensité connue ne diffère que de 4 degrés entre le Midi et le Nord; ses ravages s'étendirent également sur toutes les provinces; il eut, soit au Nord, soit au Midi, assez peu de neige; enfin il dura près d'un mois de plus dans le Nord que dans le Midi.

» Le récit des trois hivers de 1788 à 1789, de 1819 à 1820, et de 1829 à 1830, complétera l'histoire de nos grands hivers généraux.»

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Letellier** adresse une Note relative à l'*étude microscopique de quelques liquides animaux.*

(Commissaires, MM. Magendie, Dumas, Milne Edwards.)

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Question de priorité relative à la formation d'images photographiques sur papier qui étant peu ou point visibles au sortir de la chambre obscure, le deviennent subséquemment.* — Lettre de M. **Bayard.**

« Dans la dernière séance de l'Académie, M. Biot a lu une lettre de M. Talbot, dans laquelle ce physicien parle d'un moyen, qu'il ne fait pas connaître, de rendre visible une impression photographique qui est invisible lorsque le papier sort de la chambre obscure. Il y a déjà long-temps que j'ai trouvé trois procédés qui conduisent à ce résultat. Permettez-moi, Monsieur, d'en faire connaître un, et, lorsque le temps m'aura permis de répéter les deux autres, j'aurai l'honneur de vous les communiquer.

» Un papier ayant été préparé avec le bromure de potassium, puis avec le nitrate d'argent, on l'expose *encore humide* et pendant quelques minutes au foyer d'une chambre obscure. Sur ce papier retiré et examiné à la lumière d'un bougie, on ne voit aucune trace de l'image qui cependant y est imprimée; pour la rendre apparente, il suffit d'exposer le papier à la vapeur du mercure, comme on le fait pour les plaques dans le procédé de M. Daguerre. Il se colore aussitôt en noir partout où la lumière a modifié la préparation. Il est inutile d'observer qu'il faut éviter autant que possible de laisser impressionner le papier préparé par aucune autre radiation lumineuse que par celle de la chambre obscure.

» La description ci-dessus et une ou deux épreuves obtenues par ce procédé ont été adressées à l'Académie, qui, dans sa séance du 11 novem-

bre 1839, a bien voulu en accepter le dépôt. Veuillez, je vous prie, Monsieur, faire ouvrir ce paquet, si vous le jugez à propos. »

Le paquet cacheté déposé par M. Bayard étant ouvert, se trouve contenir une épreuve photographique sur papier accompagnée de la note suivante. Une autre épreuve était jointe à la Lettre.

Procédé photographique sur papier.

« L'image photographique ci-jointe a été obtenue le 24 octobre 1839 » en dix-huit minutes, de onze heures du matin à onze heures dix-huit » minutes, par le procédé suivant :

» Tremper le papier dans une faible solution de chlorure de sodium; » lorsqu'il est bien sec, passer sur ce papier du nitrate d'argent dissous » dans six fois son poids d'eau.

» Le papier étant *presque* sec et garanti de toute action de la lumière, » l'exposer à l'émanation de l'iode, puis dans la chambre obscure, puis » au mercure, comme dans le procédé de M. Daguerre, et enfin laver » dans une solution d'hyposulfite de soude.

» Lorsque le papier est retiré de la chambre noire, on distingue à peine » quelques traces de dessin; mais aussitôt que la vapeur mercurielle vient » se condenser sur le papier, on voit les images se former comme sur les » planches métalliques, avec cette différence que les images sont produites » en sens contraire, comme dans le procédé de M. Talbot.

» Paris, le 8 novembre 1839. »

Remarques de M. **Biot** *à l'occasion de la Lettre précédente.*

« Il paraîtrait y avoir cette différence essentielle entre le procédé décrit par M. *Bayard* et l'annonce de M. *Talbot*, que M. *Bayard* présente comme condition que le papier qui a reçu sa préparation soit exposé, *encore humide*, à la radiation dans la chambre obscure; au lieu que M. *Talbot* dit que son papier conserve sa sensibilité même après plusieurs mois. A la vérité M. Talbot ne dit point si cette persistance ne serait pas plutôt une restitution qui s'opérerait en mouillant le papier; mais M. *Bayard* ne dit pas non plus qu'il aurait opéré une semblable restitution de la sensibilité primitive. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Recherches sur les causes de l'électricité des nuages; par* M. **Peltier**.

« Depuis l'application des appareils électriques mobiles à la météorologie, en 1752, plusieurs physiciens ont remarqué l'inégalité d'indication de ces instruments. Romas, Muschenbroek, le prince de Gallitzin, et surtout B. de Saussure, se sont aperçus que les électroscopes variaient dans leur marche suivant que l'instrument s'élevait ou s'abaissait. De Saussure, étudiant avec soin ces variations, y reconnut tous les signes du développement de l'électricité d'influence et non ceux de l'électricité permanente que donne le contact; cependant, contrairement à sa propre observation, il en conclut que l'atmosphère était électrique. En nous dépouillant de toute idée préconçue et en ne nous attachant qu'aux faits, leur coordination nous a conduit à une autre interprétation des phénomènes électriques de l'atmosphère.

» On sait que les électromètres ne marquent que la différence qu'il y a entre la tension électrique de la tige supérieure et le milieu où plongent les feuilles d'or. On équilibre l'instrument en touchant le fond et la tige à la fois; les feuilles sont alors à zéro. Si la tige est surmontée d'une boule polie, on peut laisser l'électromètre exposé à l'agitation de l'air sous un ciel serein, aussi long-temps qu'on le voudra, ou le promener de côté et d'autre, en le tenant à la même hauteur, sans qu'il manifeste le moindre signe d'électricité. Si la tige est terminée en pointe, il prend quelquefois un peu d'électricité après plus d'une heure, mais ce temps sera de beaucoup abrégé si l'on termine la tige par un faisceau de fils métalliques très fins, ou par un corps incandescent, comme le faisait Volta. Dans le premier cas où l'instrument est resté muet, si on le soulève de quelques décimètres, les feuilles divergent aussitôt *positivement;* si on le replace à la hauteur de son équilibration, les feuilles retombent à zéro; si on le descend du même nombre de décimètres au-dessous de cette hauteur, les feuilles divergent, mais alors elles sont négatives; si l'on remonte l'instrument, elles retombent de nouveau à zéro. Ainsi, il suffit d'élever l'instrument pour avoir des signes positifs et de le baisser pour en avoir de négatifs. Pouvant l'équilibrer à toutes les hauteurs, on peut le faire parler à volonté *positivement* ou *négativement* dans toutes les couches d'air. De Saussure a cherché l'explication de ce fait dans l'influence de l'électricité de l'air, oubliant que l'air, dans son agitation, donnerait sur-le-champ à

l'instrument une électricité permanente et non une électricité transitoire. Du reste, on reproduit dans le cabinet les mêmes effets que sous un ciel serein, en opérant sous un globe isolé, suspendu au plafond et électrisé positivement. De même, on reproduit le rayonnement facile de l'électricité d'influence, en remplaçant la boule polie par un faisceau de pointes ou par un corps enflammé.

» Ces expériences démontrent que la terre agit comme un corps puissamment négatif, et l'espace céleste comme un corps puissamment positif, et que tous les corps interposés entre eux s'électrisent par influence et non par le contact de l'air. Nous ne pouvons trop protester contre les mots *positifs* et *négatifs* et les erreurs qu'ils font commettre chaque jour : forcé d'employer des termes en usage, nous n'y attachons pas d'autre idée que celle d'indiquer les différents degrés du même phénomène.

» Les appareils fixes, comme les fils horizontaux de Beccaria, ou les barres verticales ordinaires, ne peuvent dévoiler cette électricité d'influence pendant un ciel serein, ils n'obéissent qu'à l'influence des nues électriques; aussi leurs indications sont-elles dépendantes de l'état hygrométrique de l'air, comme Beccaria, Schubler, Read, Clarke, de Dublin, etc., l'ont remarqué, l'humidité de l'air facilitant leur rayonnement.

» Il résulte de ces observations que, sous un ciel serein, l'atmosphère n'est pas électrique, que les instruments s'électrisent par influence et non par le contact de l'air. D'une autre part, nous avons déjà démontré que les vapeurs n'emportent d'électricité au moment de leur production, que lorsqu'elles sont brusquement séparées des dissolutions par de vives projections; que les valeurs produites à des températures basses, ayant leur électricité neutralisée avant leur isolement du liquide, n'arrivent dans l'atmosphère qu'à l'état neutre. L'électricité des nuages ne provient donc pas de cette cause. Pour retrouver celle de la nature, nous devons opérer dans les mêmes circonstances qu'elle.

» Nous avons trouvé que l'espace céleste était positif; l'eau à la surface du globe est conséquemment dans un état négatif et l'évaporation se fait sous cette influence. Nous avons placé sous un globe positif un vase isolé rempli d'eau distillée ou non; la vapeur qui s'en est élevée fut négative, le reste du liquide positif et la quantité de vapeur croissait avec la puissance de l'influence électrique. Contrairement à ce qui a été dit, la vapeur qui s'élève à la surface du sol est conséquemment négative; aussi les instruments s'électrisent par influence d'autant moins que les vapeurs sont plus denses et enceignent mieux l'instrument d'une couche unifor-

mément électrique; recevant l'influence négative de tous les côtés, comme dans une sphère électrisée, il n'y a pas de *différence* à manifester; il faut alors dominer cette vapeur au moyen d'un cerf-volant pour retrouver l'influence positive de l'espace supérieur.

» Lorsque les vapeurs élastiques ont été condensées en nues opaques par un refroidissement, et lorsque la température, se relevant ensuite, provoque une nouvelle évaporation, cette dernière se fait sous l'influence positive supérieure, c'est-à-dire que les premières vapeurs produites ont leur tension négative augmentée au détriment des couches inférieures du nuage, maintenues à l'état positif par l'influence terrestre : il en résulte que les premières vapeurs élastiques, formées dans cette seconde évaporation, sont fortement négatives, et les dernières formées sont devenues positives, puisque ces termes n'indiquent que des rapports. Lorsqu'un nouvel abaissement de température condense ces nouvelles vapeurs, les masses supérieures forment des nuages négatifs et les masses inférieures des nuages positifs. Le phénomène se représente très bien en faisant un nuage d'un nombre considérable de très petites bulles de savon dans une capsule de verre isolée, et en le soumettant à l'action positive d'un globe. On voit les bulles supérieures s'allonger, s'élancer, se dissoudre et disparaître en laissant le reste du nuage chargé d'électricité positive : si l'on fait le nuage négatif, la dissolution accroît de vitesse. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur une question de priorité relativement à la formation de la couenne du sang; nouvelle application de l'appareil de polarisation de* M. Biot *à l'étude de la composition des urines anormales; par* M. A. **Donné.**

« Plusieurs réclamations ont été adressées à l'Académie à l'occasion de la communication que j'ai eu l'honneur de lui faire sur les conditions physiques de la formation de la couenne inflammatoire du sang; l'une de ces réclamations est de M. Hatin, l'autre de M. Mandl; je ferai la même réponse à toutes les deux : le Mémoire sur la coagulation blanche du sang de M. Hatin n'a paru qu'au mois d'août dernier, et celui de M. Mandl dans les *Archives* du mois de novembre; or mes expériences sur les conditions de la formation de la couenne ont été faites dans le service de M. Rayer, à l'hôpital de la Charité, pendant les mois d'avril et mai; j'en ai fait, en outre, l'objet d'une leçon tout entière, le 10 juin, dans mon cours public

de microscopie, et l'enseignement est un mode de publication aussi valable qu'un autre; enfin, pour que rien ne manque à mes droits d'antériorité, j'ai fait mention du principal résultat de mes expériences en rendant compte, dans le *Journal des Débats* du 30 juillet, du Mémoire sur le sang lu à l'Académie par MM. Andral et Gavarret. En effet, je signale la rapidité croissante de la coagulation du sang et la diminution de pesanteur spécifique de ce liquide, à mesure que les saignées sont répétées; et ce sont là, d'après mes recherches, les deux conditions essentielles de la formation de la couenne. La couenne n'est, comme on sait, que de la fibrine décolorée, et pour que cette couche blanche se forme à la surface du caillot sanguin, il faut que les globules rouges aient eu le temps de s'abaisser au-dessous du niveau du liquide; ce qui ne peut arriver, d'une part, que lorsque la coagulation du sang est lente à s'opérer, qu'elle met par exemple au moins quinze minutes à s'effectuer, ou bien lorsque la pesanteur spécifique du sang étant faible, s'étant abaissée de 7° à 5° et même à 4°, comme il arrive à la suite de plusieurs saignées successives, les globules se déposent plus facilement et plus vite dans le sang devenu moins visqueux. C'est faute d'avoir tenu compte de cette circonstance, que l'on ne pouvait s'expliquer la formation de la couenne dans certains cas, à la deuxième ou à la troisième saignée, par exemple, comme cela arrive souvent dans le rhumatisme, quand la première n'en avait pas présenté; on conçoit maintenant que la densité du sang ayant diminué par suite d'une première émission sanguine, la formation de la couenne s'opère mieux que dans un sang trop dense dont les globules rouges se séparent difficilement.

» Je pourrais ajouter que M. Mandl, tout en parlant dans son Mémoire de la densité du sang et de la coagulation, ne précise pas les faits comme je viens de le faire moi-même, et que M. Hatin est beaucoup moins explicite encore; mais je me borne à rappeler les dates qui établissent positivement la priorité de mes recherches sur ce sujet.

» Voici une autre communication relative à une nouvelle application que je viens de faire de l'appareil de polarisation de M. Biot: cette application, quoique négative, n'est pas sans intérêt pour l'étude de l'urine.

» Il existe dans l'urine ordinaire une matière animale que les chimistes ont signalée dans leurs analyses; cette matière paraît diminuer de quantité dans le diabète, ainsi que le rappelait dernièrement M. Thenard, à tel point qu'on en trouve à peine des traces quand cette affection est portée à un haut degré; on la voit au contraire reparaître à mesure que la maladie s'améliore.

» Nous n'avons pas jusqu'à présent de bons moyens cliniques à la portée de tous les médecins, pour constater la présence ou l'absence de cette matière animale dans les urines; je ne sais si c'est la même que je mets en évidence par le moyen suivant, mais toujours est-il que je me suis assuré que l'alcool précipite, non pas immédiatement, mais après quelques instants de contact, une substance floconneuse de l'urine, qui n'appartient ni aux différents sels de ce liquide, ni au mucus de la vessie. Cette substance que tous ses caractères indiquent être de nature animale, précipite aussi bien quand l'urine est filtrée parfaitement claire, à travers une couche de charbon, que dans l'état où elle est rendue; elle est insoluble dans l'acide acétique et dans l'ammoniaque, et simplement désagrégée par l'acide nitrique, etc.; elle se présente au microscope sous forme de filaments déliés.

» Je ne l'ai pas obtenue dans une urine de diabétique très riche en sucre et pesant 5° à l'aréomètre; mais elle existe au contraire en proportion exagérée dans certaines urines, telles que celles des individus affectés de pertes séminales; je mets sous vos yeux deux échantillons d'urine de cette nature dans laquelle l'examen microscopique m'a démontré la présence de nombreux zoospermes : dans l'un des flacons est l'urine telle que la rend le malade, et simplement filtrée; dans l'autre est l'urine traitée par l'alcool et contenant le dépôt floconneux de la matière animale dont je viens de parler.

» Il était important de s'assurer si cette substance était de l'albumine, d'autant plus qu'elle augmente la densité de l'urine comme le fait l'albumine elle-même; ce liquide marque quelquefois en pareil cas jusqu'à 6° de l'aréomètre, sa densité normale étant de 2° à 3°.

» Il est vrai que cette substance ne précipite ni par l'acide nitrique, ni par la chaleur; mais ce caractère n'est pas toujours suffisant pour caractériser l'albumine : c'était donc bien le cas de faire l'application de l'ingénieux appareil de M. Biot, et je me suis empressé de soumettre l'urine en question à cette vérification; or les urines spermatiques chargées de cette matière animale particulière, n'ont aucune action sur la lumière polarisée, elles n'ont de rotation ni à droite comme le sucre, ni à gauche comme l'albumine: cette substance n'est donc pas de nature albumineuse; c'est une matière animale spéciale dont la présence en excès devient un caractère essentiel à constater dans plusieurs cas et surtout dans les pertes séminales. »

M. **Séguin** adresse quelques remarques relatives à un Mémoire sur la *fabrication du gaz d'éclairage* récemment présenté par M. *Blondeau de Carolles*. M. Séguin rappelle diverses communications qu'il a faites à l'Académie sur le même sujet, et s'attache à faire voir que dans son procédé opératoire se trouvent déjà remplies plusieurs indications que M. Blondeau présente aujourd'hui comme nouvelles.

Cette Lettre est renvoyée à l'examen de la Commission chargée d'examiner le Mémoire de M. *Blondeau de Carolles*.

M. **Rossignon** écrit relativement à une *huile volatile* qu'il a obtenue de diverses espèces de pommes atteintes d'une maladie à laquelle il donne provisoirement le nom de *cellulostase*. Cette maladie qui, entre autres caractères, a celui de donner aux pommes une odeur très prononcée de musc, peut se transmettre par inoculation d'un fruit malade à un fruit sain.

L'huile volatile que M. Rossignon désigne sous le nom de *maloïle* entre en ébullition à 109° et s'évapore rapidement à cette température; à l'approche d'un corps en ignition, elle s'enflamme, en donnant une faible lumière et peu de fumée, ce qui s'explique par le peu de carbone qu'elle contient. Elle offre en effet la composition suivante :

Carbone............	63,15
Hydrogène..........	20,65
Oxigène............	15,15
Azote..............	0,05.

M. **Pelouze** ajoute, d'après une communication qui lui a été faite par l'auteur, les renseignements suivants :

« La cellulostase n'atteint pas seulement les pommes, elle attaque aussi plusieurs autres fruits, mais avec quelques caractères différents. Ainsi dans certains grains de raisin, elle détermine la secrétion d'une huile essentielle dont l'odeur est tout-à-fait analogue à celle du patchouly; dans les prunes de mirabelle, elle développe une essence analogue à celle des amandes amères. »

M. **Malebouche** écrit relativement à une opération chirurgicale que M. *Dieffenbach*, de Berlin, pratique depuis quelque temps pour la guérison du bégaiement. M. Malebouche rappelle qu'une opération semblable a été

pratiquée depuis long-temps, et que l'idée en paraît due à une dame américaine, Mme Leigh. Suivant lui, ce mode de traitement ne s'applique qu'à un genre de bégaiement, et même au moins grave. Il ajoute que les améliorations qui avaient été obtenues dans quelques cas ne se sont pas soutenues, de sorte que l'opération est aujourd'hui abandonnée.

M. **Phillips** annonce qu'il vient de pratiquer avec succès une opération sur la langue pour faire cesser le bégaiement.

M. **Fourcault**, à l'occasion de quelques considérations présentées par M. Dutrochet dans son Mémoire sur les mouvements du camphre et du chara, rappelle qu'il a lui-même, depuis long-temps, insisté sur la nécessité de chercher dans l'action des forces physiques les causes de certains phénomènes physiologiques généralement considérés comme résultant des forces vitales.

M. **Lallier** écrit relativement à un appareil de son invention, destiné à rendre l'eau de mer potable, et engage MM. les membres de l'Académie, que cette question intéresserait plus particulièrement, à assister à des expériences qui doivent être faites le 8 de ce mois en présence de plusieurs officiers de marine et d'armateurs du commerce.

L'Académie accepte le dépôt de deux paquets cachetés présentés, l'un par M. **Brame**, l'autre par M. **Trancart**, capitaine du génie.

La séance est levée à 5 heures.

F.

ERRATA.

(Séance du 25 janvier 1841.)

Page 191,	ligne 11,	*au lieu de*	sin,	*lisez*	$\sin^2$
Ibidem,	ligne 13,	*au lieu de*	$-\Pi$,	*lisez*	$+\Pi$
Page 194,	ligne 37,	*au lieu de*	$z_1 \ldots z_2$,	*lisez*	$z_1 e^{\psi\sqrt{-1}} \ldots z_2 e^{2\psi\sqrt{-1}}$
Ibidem,	ligne 38,	*au lieu de*	$z_{-1} \ldots z_{-2}$,	*lisez*	$z_{-1} e^{-\psi\sqrt{-1}} \ldots z_{-2} e^{-2\psi\sqrt{-1}}$
Page 195,	ligne 3,	*au lieu de*	$z_1^{(1)} \ldots z_2^{(1)}$,	*lisez*	$z_1^{(1)} e^{\psi\sqrt{-1}} \ldots z_2^{(1)} e^{2\psi\sqrt{-1}}$
Ibidem,	ligne 4,	*au lieu de*	$z_{-1}^{(1)} \ldots z_{-2}^{(1)}$,	*lisez*	$z_{-1}^{(1)} e^{-\psi\sqrt{-1}} \ldots z_{-2}^{(1)} e^{-2\psi\sqrt{-1}}$
Ibidem,	ligne 8,	*au lieu de*	$+ \ldots +$	*lisez*	$- \ldots -$
Page 202,	ligne 8,	*au lieu de*	α'	*lisez*	α

(Séance du 1er février 1841.)

Page 243,	ligne 2,	*au lieu de*	100,	*lisez*	100 par an
Ibidem,		*au lieu de*	$\frac{1}{9000}$ par année,	*lisez*	$\frac{1}{9000}$ par jour.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 5, in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; par M. LIOUVILLE; décembre 1840, in-4°.

Considérations générales sur les Animaux et leur classification; par M. DE BLAINVILLE; in-8°. (Extrait du *Supplément du Dictionnaire des Sciences naturelles.*)

Considérations générales sur le Système nerveux; par le même; in-8°.

Traité des maladies des Yeux; par M. le Dr FURNARI; 1841, in-8°.

Mémoires et observations d'Anatomie, de Physiologie, de Pathologie et de Chirurgie; par M. RIBES; 2 vol. in-8°.

Description des Microscopes achromatiques simplifiés; par M. LEREBOURS; in-8°.

Annuaire de Thérapeutique, de matière médicale et de Pharmacie, suivi d'une Monographie du Diabète sucré; par M. BOUCHARDAT; in-16.

Annales maritimes et coloniales; janvier 1841 et Tables de 1840; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; janvier 1841, in-8°.

Compendium de Médecine pratique; par MM. MONNERET et FLEURY; tome 4, 13e liv.; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; tome 7, février 1841, in-8°.

Journal des Connaissances nécessaires et indispensables; févr. 1841, in-8°.

Paléontologie française; par M. D'ORBIGNY; 13e liv., in-8°.

Revue zoologique; n° 1 (1841), in-8°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; n° 1, janvier 1841, in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; février 1841, in-8°, et Atlas du 2e semestre 1840, in-4°.

Journal des Haras, des Chasses, des Courses de chevaux; tome 26, février 1841, in-8°.

L'Ami des Sourds-Muets; décembre 1840, in-8°.

L'Echo de la littérature médicale française et étrangère; par MM. Henroz et Raciborsky; tome 1er, n° 1, in-8°.

Société d'Encouragement pour la production, l'amélioration et l'emploi des Soies de l'arrondissement de Lavaux et des arrondissements limitrophes; 7e Rapport de M. Voisins-Lavernière; in-8°.

Bibliothèque universelle de Genève; novembre et décembre 1840, in-8°.

Du Strabisme; par M. Ch. Phillips (de Liége); in-8°.

Proceedings... *Procès-Verbaux de la Société royale de Londres;* n° 68 à 71, février 1840 à juin 1840.

Address... *Discours prononcé à la réunion de la Société géologique de Londres, le 24 février 1840, par* M. le professeur Buckland, président; in-8°.

Proceedings.... *Procès-Verbaux des séances de la Société philosophique d'Amérique;* vol. 1er, n° 13, août, septembre et octobre 1840, in-8°.

Ueber die... *Sur les cœurs lymphatiques des Tortues; par* M. Muller; Berlin, 1840, in-4°.

Gazette médicale de Marseille; nos 10, 12, 13, 14; in-4°.

Gazette médicale de Paris; n° 6.

Gazette des Hôpitaux; n° 14—16.

L'Expérience, journal de Médecine, n° 188; in-8°.

La France industrielle; 4 février 1841.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 FÉVRIER 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Recherches sur la composition de l'air qui se trouve dans les pores de la neige; par* M. BOUSSINGAULT.

« Pendant son séjour sur le col du Géant, Saussure ayant examiné l'air qui se trouve emprisonné dans les pores de la neige, crut remarquer qu'il contenait notablement moins d'oxigène que l'air de l'atmosphère. Voici au reste comment Saussure s'exprime, dans la relation qu'il nous a laissée.

« Nous pensâmes, mais un peu tard, à rassembler de l'air qui se trouve » renfermé dans les interstices de la neige, et nous le portâmes à M. Sen- » nebier pour en faire l'essai. A Genève, un mélange de parties égales d'air » atmosphérique et de gaz nitreux lui donna deux fois de suite 1,01. L'air » de la neige éprouvé de la même manière, lui donna une fois 1,85 et » l'autre 1,86. Cette épreuve qui paraissait indiquer une si grande impu-

» reté dans cet air, aurait exigé des expériences pour reconnaître la nature » du gaz qui occupait dans cet air la place de l'oxigène (1). »

» A l'époque des beaux travaux de Saussure, l'eudiométrie avait fait peu de progrès; cependant quel que fût son état d'imperfection, il était difficile d'admettre que des observateurs tels que Saussure et Sennebier, se fussent trompés sur le sens de la différence qu'ils avaient constatée dans la composition de deux gaz analysés par les mêmes moyens et dans les mêmes conditions. Ce fut cette réflexion qui me porta à répéter l'expérience de Saussure lorsque je me trouvais sur les glaciers de l'Amérique.

» Dans une première tentative que nous fîmes, le colonel Hall et moi, pour nous élever sur le Chimboraço, en abordant la pente qui regarde Chillapullu, nous rencontrâmes des neiges tellement meubles et profondes, que, malgré tous nos efforts, il nous devint impossible de dépasser la hauteur de 5115 mètres. Ce fut à cette station que je remplis un flacon bouchant hermétiquement avec de la neige. Arrivés à la cabane dans laquelle nous devions passer la nuit, la neige était complétement fondue, l'eau provenant de cette fusion occupait environ les $\frac{7}{8}$ de la capacité du vase.

» Ayant analysé au moyen du phosphore l'air qui se trouvait dans le flacon, je reconnus qu'il ne renfermait que 16 à 17 pour cent d'oxigène.

» L'ancienne expérience de Saussure que j'avais rappelée en la vérifiant sur les neiges perpétuelles des Andes, attira l'attention des physiciens. Un observateur allemand, M. Bichoff, dans une série de recherches relatives à la physique du globe, qu'il entreprit pendant une excursion dans les Alpes, eut l'occasion de la contrôler de nouveau. M. Bichoff tritura sous l'eau de la neige endurcie; l'air qu'il se procura par ce moyen, analysé dans l'eudiomètre à sulfure de potassium, ne donna que 10 à 11 pour 100 d'oxigène.

» Jusqu'à présent, ces recherches sont faites dans les hautes régions, sur les glaciers. Il était intéressant, pour les compléter, d'examiner l'air de la neige recueillie à peu près au niveau de la mer. C'est dans ce but que j'ai fait porter mes observations sur la neige tombée à Paris à la fin de décembre 1840 et au commencement de janvier 1841. Le 20 décembre, je tassai fortement de la neige récemment tombée dans une éprouvette que je plaçai sur la cuve à mercure.

» La neige comprimée occupait un volume de 287 cent. cubes.

---

(1) *Saussure*, T. VII, p. 472.

» Après la fusion, le volume de l'air dégagé était de 109 cent. cubes à la température de 4°,5 et sous la pression de $0^m,743$.

» Soit $104^{c.c.},8$ à 0° et pression $0^m,76$.

» Le volume d'eau était de 200 cent. cubes.

» L'air examiné le 23 décembre, a donné par le phosphore, dans une première analyse, 18,6 pour 100 d'oxigène; dans une seconde 18,8.

» Le 6 janvier, une éprouvette de la capacité de 127 cent. cubes a été remplie avec de la neige comprimée. Après la fusion on a obtenu :

» 43 cent. cubes d'air à la température de 1° et sous la pression $0^m,735$.

» Soit à 0° et pression $0^m,76$, $41^{c.c.},4$.

» Un volume d'eau de 80 cent. cubes.

» L'air, analysé peu de temps après la fusion de la neige, contenait 19 pour 100 d'oxigène.

» Ainsi, l'air qui se dégage pendant la fusion de la neige, contient à Paris, comme sur les Alpes, comme sur les Andes, notablement moins d'oxigène que l'air pris dans l'atmosphère. Peut-on, néanmoins, en conclure que telle est réellement la composition de l'air emprisonné dans les pores de la neige avant sa fusion? Non, sans doute; et à cette occasion je citerai l'opinion que j'ai émise dans la relation de mon ascension au Chimboraço, en rapportant le fait qui confirmait l'observation de Saussure.

« Le résultat eudiométrique que j'ai obtenu est certainement à l'abri de
» toute objection, mais je crois qu'il faut encore de nouvelles expériences
» pour prouver clairement que l'air que j'ai examiné était bien exacte-
» ment celui qui existait dans les pores de la neige avant sa fusion. En
» effet, pour se procurer cet air, il a fallu attendre la fonte de la neige;
» le gaz du flacon s'est trouvé en contact avec l'eau peu ou point aérée
» qui a été le résultat de cette fusion. Or on sait que, dans une sem-
» blable circonstance, l'oxigène se dissout plus facilement dans l'eau que
» l'azote, et que l'air dont l'eau est saturée est plus riche en oxigène que
» celui de l'atmosphère. L'air qui restait dans le flacon pouvait donc être
» moins riche en oxigène, quoique dans la réalité la totalité de l'air con-
» tenu dans la neige eût la composition ordinaire (1). »

» C'est là la véritable explication de la moindre proportion d'oxigène que l'on reconnaît dans l'air qui sort de la neige pendant sa fusion; c'est

(1) Mémoire sur l'eudiométrie, *Journal de Physique*, 1805.

ce que démontreront les expériences que j'ai déjà décrites, lorsque je les aurai complétées par les observations suivantes :

» Le 20 décembre et le 6 janvier, indépendamment des expériences que j'ai rapportées, j'en avais disposé d'autres semblables sur une plus grande échelle, afin de me procurer assez d'eau de neige pour en extraire l'air et l'analyser. Je me bornerai à citer une de ces expériences.

» De 350$^{c.c.}$ d'eau provenant de la fonte de la neige, on a retiré, par une ébullition soutenue, 12$^{c.c.}$ d'air à la température de 3°,2, pression 0^{m},751.

» Soit 11$^{c.c.}$,62 à 0° et pression 0^{m},76.

» Cet air, analysé par le phosphore, renfermait 32 pour 100 d'oxigène, résultat qui s'accorde entièrement avec ceux obtenus anciennement par MM. de Humboldt et Gay-Lussac : ils ont reconnu, en effet, que l'air retiré de :

L'eau distillée aérée contient oxigène. .	32,9 pour 100
L'eau de Seine —	31,9
L'eau de pluie —	31,0

» En se reportant maintenant aux expériences précédentes, et en tenant compte de l'air renfermé dans les volumes d'eau obtenus, on reconnaît que, bien que l'air dégagé de la neige ne contînt que 18,7 et 19 d'oxigène, la totalité de cet air, c'est-à-dire l'air mesuré et l'air dissous dont on avait négligé le volume, contenait à très peu près 20 pour 100 d'oxigène, nombre qui s'approche beaucoup de celui que l'on adopte pour représenter l'oxigène de l'atmosphère.

» Il est d'ailleurs un moyen beaucoup plus direct de s'assurer de la composition réelle de l'air de la neige. Ce moyen consiste à remplir de neige un matras et à conduire l'opération comme s'il s'agissait d'extraire l'air d'un liquide. Voici, comme exemple, une expérience faite le 6 janvier :

» 350$^{c.c.}$ de neige ont donné 115$^{c.c.}$ d'air à la température de 3°,3 et sous la pression de 0^{m},746.

» Analysé par le phosphore, cet air a donné pour 100,

Dans une première analyse. .	20,3
Dans une seconde.	21,0

» C'est à peu près la quantité d'oxigène trouvée dans l'air de l'atmosphère, le même jour et par les mêmes moyens.

» Il y avait, selon moi, une certaine importance à constater la composition réelle de l'air contenu dans les interstices de la neige, car le fait qui y eût établi une quantité moindre d'oxigène, eût été, d'après les considérations qui vont suivre, entièrement à l'appui de l'hypothèse de Dalton, qui admet que dans l'atmosphère, la proportion d'oxigène diminue avec la hauteur. Si l'on considère, en effet, la neige comme un agrégat de petits cristaux de glace qui se forment dans les hautes régions, il faudrait, en présence de la grande quantité d'air qu'elle renferme, conclure que lorsque l'eau dissoute dans l'atmosphère se condense en neige, elle n'expulse pas cette grande portion d'air qu'elle laisse toujours dégager en se congelant à la surface de la terre; « s'il n'était permis de soupçonner, disent MM. de » Humboldt et Gay-Lussac, que la neige retient, emprisonnée dans ses très » petits cristaux, une certaine quantité d'air (1). »

» L'air adhère à la neige d'une manière fort remarquable et qui montre qu'il pénètre jusques entre les moindres cristaux de glace. On n'obtient que très peu de gaz, en faisant passer de la neige sous une cloche pleine d'eau à 1 ou 2° de température. L'air ne se dégage avec une certaine abondance que dans l'acte même de la fusion. Cette pénétration intime des petits cristaux qui constituent la neige, ne permet guère de douter que l'air que l'on en retire, ne provienne pour la plus grande partie des régions de l'atmosphère où se forme ce météore. D'après les analyses que j'ai rapportées, on n'est pas autorisé à penser que cet air possède une composition distincte de celle de l'air des régions inférieures; du moins la différence, si tant il est qu'elle existe, est certainement de l'ordre de celles qui peuvent provenir des erreurs d'observation; au reste, envisagé sous le point de vue de son origine, l'air renfermé dans les interstices de la neige présente assez d'intérêt pour qu'on revienne sur son analyse, lorsque les procédés de la météorologie chimique auront été convenablement perfectionnés. Mais jusqu'à ce jour et à l'aide de nos méthodes eudiométriques, il faut bien le reconnaître, les résultats de l'expérience ne sont pas venus fortifier les prévisions de Dalton. Ainsi, dans sa mémorable ascension, M. Gay-Lussac ayant pu prendre de l'air à une altitude de 6636 mètres, ne lui a pas trouvé une proportion d'oxigène différente de

---

(1) Mémoire sur l'eudiométrie, *Journal de Physique*, 1805.

celle que renfermait alors l'air de Paris, avec lequel on l'analysa comparativement. Dans le travail que ce physicien célèbre fit en commun avec M. de Humboldt, il porta à 0,21 l'oxigène de l'air de Paris, et ce nombre diffère à peine de celui qui ressort des analyses faites par M. Brunner sur le Faulhorn à 2600 mètres de hauteur, et par un procédé qui offre certainement des avantages sur les méthodes anciennes; M. Brunner trouve en effet 20,915 pour l'oxigène de l'air de cette station.

» Pour compléter, autant qu'il est en mon pouvoir, les résultats obtenus sur la composition de l'atmosphère à différentes hauteurs, je rapporterai les résultats des analyses que j'ai faites pendant mon séjour dans les montagnes des Andes.

» A Santa-Fé de Bogotà, à l'altitude de 2643 mètres, pendant le mois d'avril 1825, l'eudiomètre de Volta m'a donné pour l'oxigène de l'air, 20,65.

» A Ibagué, au pied de la chaîne du Quindiù, à 1323 mètres, j'ai obtenu pour l'oxigène de l'atmosphère, en décembre 1826, 20,7.

» A Mariquita, située dans la vallée du Rio-Grande de la Magdalena, à une élévation de 548 mètres, une série d'analyses par l'éponge de platine, faite en novembre 1826, a indiqué 20,77 pour l'oxigène de l'air. »

Remarques de M. **Dumas** *à l'occasion de la Lettre précédente.*

« M. Dumas rappelle, à l'occasion du Mémoire que M. Boussingault vient de lire, que l'Académie a pris dès long-temps intérêt à voir fixer d'une manière certaine, pour l'époque actuelle, la véritable composition de l'air. Sur la proposition de M. Laplace, cette question devait être l'objet d'un examen attentif.

» On en comprendra toute la nécessité, quand on saura que par les méthodes actuelles, les chimistes ne peuvent évaluer l'oxigène qu'à un quarantième près. Or il faudrait un phénomène très extraordinaire à la surface du globe, pour faire varier la composition de l'air dans de telles limites.

» M. Dumas annonce qu'il s'occupe, conjointement avec M. Boussingault, d'une nouvelle analyse de l'air, où, substituant à la comparaison des volumes celle des poids, ils pourront répondre à un millième près de la véritable proportion d'oxigène qu'il renferme. »

ANALYSE ALGÉBRIQUE. — *Sur le développement d'une fonction entière du sinus et du cosinus d'un arc en série ordonnée suivant les sinus et cosinus des multiples de cet arc; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Soient

$$f(t)$$

une fonction entière de $\sin t$ et de $\cos t$, et k le degré de cette fonction. Soient d'ailleurs τ une valeur particulière de t, et n un nombre entier égal ou supérieur à $2k + 1$. On aura, comme on l'a vu dans un précédent Mémoire,

$$(1) \qquad f(t) = \frac{1}{n} \mathop{S}_{m=0}^{m=n-1} \mathop{S}_{l=0}^{l=n-1} e^{(m-k)\left(t-\tau-\frac{2\pi l}{n}\right)\sqrt{-1}} f\left(\tau + \frac{2\pi l}{n}\right),$$

ou, ce qui revient au même,

$$(2) \qquad f(t) = \frac{1}{n} \mathop{S}_{m=-k}^{m=n-k-1} \mathop{S}_{l=0}^{l=n-1} e^{m\left(t-\tau-\frac{2\pi l}{n}\right)\sqrt{-1}} f\left(\tau + \frac{2\pi l}{n}\right).$$

Concevons maintenant que, la fonction $f(t)$ étant développée en une série ordonnée suivant les sinus et cosinus des multiples de t, ou, ce qui revient au même, suivant les puissances entières, positives, nulle ou négatives, de l'exponentielle trigonométrique

$$e^{t\sqrt{-1}},$$

on désigne par a_m le coefficient de

$$e^{mt\sqrt{-1}}$$

dans ce développement, en sorte que l'on ait

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} f(t) = a_0 + a_1 e^{t\sqrt{-1}} + a_2 e^{2t\sqrt{-1}} + \ldots\ldots + a_k e^{kt\sqrt{-1}} \\ + a_{-1} e^{-t\sqrt{-1}} + a_{-2} e^{-2t\sqrt{-1}} + \ldots + a_{-k} e^{-kt\sqrt{-1}}. \end{aligned} \right.$$

Les équations (2) et (3) entraîneront la suivante

$$(4) \qquad a_m = \frac{1}{n} \mathop{S}_{l=0}^{l=n-1} e^{-m\left(\tau+\frac{2\pi l}{n}\right)\sqrt{-1}} f\left(\tau + \frac{2\pi l}{n}\right),$$

à laquelle on peut aussi arriver directement en partant de l'équation (3) et des propriétés connues des racines de l'unité.

» En vertu de la formule (4), *le coefficient a_m d'une puissance quelconque de l'exponentielle trigonométrique $e^{t\sqrt{-1}}$, dans le développement de la fonction* f(t) *en une série ordonnée suivant les puissances entières de la même exponentielle, sera une moyenne arithmétique entre diverses valeurs de cette fonction respectivement multipliées par diverses exponentielles trigonométriques.* Donc par suite, si la fonction f(t) est réelle, *le module de chaque coefficient a_m ne pourra surpasser la plus grande valeur numérique que cette fonction puisse acquérir.* Cette dernière proposition subsistant, quel que soit le nombre k, par conséquent quel que soit le nombre des termes compris dans la fonction f(t), peut être étendue au cas même où le nombre de ces termes devient infini.

» Si l'on cherche en particulier le premier terme a_0 du développement de la fonction f(t), suivant les puissances entières positives ou négatives de l'exponentielle trigonométrique

$$e^{t\sqrt{-1}},$$

on trouvera

$$a_0 = \frac{1}{n} \overset{l=n-1}{\underset{l=0}{\mathrm{S}}} \mathrm{f}\left(\tau + \frac{2\pi l}{n}\right). \tag{5}$$

» Soient maintenant

$$\mathrm{F}(t)$$

une nouvelle fonction entière de $\sin t$ et de $\cos t$, ou, ce qui revient au même, de l'exponentielle trigonométrique

$$e^{t\sqrt{-1}},$$

et h le degré de cette fonction, en sorte que l'on ait

$$\left\{\begin{aligned} \mathrm{F}(t) = \mathrm{A}_0 &+ \mathrm{A}_1 e^{t\sqrt{-1}} + \mathrm{A}_2 e^{2t\sqrt{-1}} + \ldots + \mathrm{A}_h e^{ht\sqrt{-1}} \\ &+ \mathrm{A}_{-1} e^{-t\sqrt{-1}} + \mathrm{A}_{-2} e^{-2t\sqrt{-1}} + \ldots + \mathrm{A}_{-h} e^{-ht\sqrt{-1}}. \end{aligned}\right. \tag{6}$$

Si l'on nomme s le premier terme du développement du produit

$$\mathrm{f}(t)\,\mathrm{F}(t)$$

en série ordonnée suivant les puissances entières, positives ou négatives, de cette exponentielle, on trouvera,

» 1° en supposant $h =$ ou $< k$,

$$(7)\qquad \left\{ \begin{aligned} 8 = {} & A_0 a_0 + A_{-1} a_1 + A_{-2} a_2 + \ldots + A_{-h} a_h \\ & + A_1 a_{-1} + A_2 a_{-2} + \ldots + A_h a_{-h}; \end{aligned} \right.$$

et par suite, en vertu de la formule (4),

$$(8)\qquad 8 = \frac{1}{n} \mathop{\mathrm{S}}_{m=-h}^{m=h} \mathop{\mathrm{S}}_{l=0}^{l=n-1} A_m e^{m\left(\tau + \frac{2\pi l}{n}\right)\sqrt{-1}} f\left(\tau + \frac{2\pi l}{n}\right);$$

2° en supposant $h =$ ou $> k$,

$$(9)\qquad \left\{ \begin{aligned} 8 = {} & A_0 a_0 + A_{-1} a_1 + A_{-2} a_2 + \ldots + A_{-k} a_k \\ & + A_1 a_{-1} + A_2 a_{-2} + \ldots + A_k a_{-k}; \end{aligned} \right.$$

et par suite, en vertu de la formule (4),

$$(10)\qquad 8 = \frac{1}{n} \mathop{\mathrm{S}}_{m=-k}^{m=k} \mathop{\mathrm{S}}_{l=0}^{l=n-1} A_m e^{m\left(\tau + \frac{2\pi l}{n}\right)\sqrt{-1}} f\left(\tau + \frac{2\pi l}{n}\right).$$

Dans la première hypothèse, c'est-à-dire en supposant $h =$ ou $< k$, on pourra réduire l'équation (8) à la forme

$$(11)\qquad 8 = \frac{1}{n} \mathop{\mathrm{S}}_{l=0}^{l=n-1} f\left(\tau + \frac{2\pi l}{n}\right) F\left(\tau + \frac{2\pi l}{n}\right).$$

Si, pour fixer les idées, on prend $n = 2k + 1$, la formule (11) donnera

$$(12)\qquad 8 = \frac{1}{2k+1} \mathop{\mathrm{S}}_{l=0}^{l=2k} f\left(\tau + \frac{2\pi l}{2k+1}\right) F\left(\tau + \frac{2\pi l}{2k+1}\right).$$

Si, au contraire, on prend $n = 2k + 2$, on trouvera

$$(13)\qquad 8 = \frac{1}{2(k+1)} \mathop{\mathrm{S}}_{l=0}^{l=2k+1} f\left(\tau + \frac{\pi l}{k+1}\right) F\left(\tau + \frac{\pi l}{k+1}\right).$$

» Avant d'aller plus loin nous ferons une remarque importante. Si, dans l'équation (3), on substitue successivement à la variable t les divers termes

de la progression arithmétique

$$\tau,\ \tau+\frac{2\pi}{n},\quad \tau+\frac{4\pi}{n},\ldots,\ \tau+\frac{2\pi(n-1)}{n},$$

et si l'on ajoute entre elles les formules ainsi obtenues, après les avoir respectivement multipliées par les facteurs

$$1,\ e^{-\frac{2m\pi}{n}\sqrt{-1}},\ e^{-\frac{4m\pi}{n}\sqrt{-1}},\ldots,\ e^{-\frac{2m(n-1)\pi}{n}\sqrt{-1}},$$

alors, en supposant

$$n = \text{ou} > 2k+1,$$

on retrouvera précisément l'équation (4); mais, si dans le même cas on suppose seulement

$$n = \text{ou} > k+1,$$

l'équation (4) subsistera pour des valeurs de m comprises entre les limites

$$m = -(n-k),\quad m = n-k,$$

et sera remplacée par la formule

$$(14)\qquad a_m + a_{n+m}e^{n\tau\sqrt{-1}} = \frac{1}{n}\mathop{\mathrm{S}}_{l=0}^{l=n-1} e^{-m\left(\tau+\frac{2\pi l}{n}\right)\sqrt{-1}}\,\mathrm{f}\left(\tau+\frac{2\pi l}{n}\right),$$

pour des valeurs de m représentées par ces limites mêmes ou situées hors de ces limites. Cela posé, l'équation (4) continuera évidemment de subsister, pour toutes les valeurs de m comprises dans la suite

$$-h,\ldots -2,\ -1,\ 0,\ 1,\ 2,\ldots,\ h,$$

si l'on a

$$n = \text{ou} > k+h+1,$$

et sous cette condition la formule (8) ou (10) fournira encore une valeur exacte de s. Il y a plus; l'équation (10), légèrement modifiée par la suppression des termes correspondants à $m=-k$, et réduite à

$$(15)\qquad s = \frac{1}{n}\mathop{\mathrm{S}}_{m=1-k}^{m=k}\ \mathop{\mathrm{S}}_{l=0}^{l=n-1} \mathrm{A}_m e^{m\left(\tau+\frac{2\pi l}{n}\right)\sqrt{-1}}\,\mathrm{f}\left(\tau+\frac{2\pi l}{n}\right),$$

pourra être appliquée au cas où l'on aurait

$$h = k, \quad n = h + k = 2k,$$

si l'on choisit convenablement l'arc τ. En effet, dans ce cas, la formule (4) subsistera pour toutes les valeurs de m comprises entre les limites $-k$, $+k$; mais, pour $m = -k$, la formule (14) donnera

$$a_{-k} + a_k e^{2k\tau\sqrt{-1}} = \frac{1}{n} \mathop{\mathrm{S}}_{l=0}^{l=n-1} e^{k\left(\tau + \frac{2\pi l}{n}\right)\sqrt{-1}} \mathrm{f}\left(\tau + \frac{2\pi l}{n}\right),$$

et par suite

$$(16) \qquad \mathrm{A}_{-k} a_{-k} + \mathrm{A}_k a_k = \frac{1}{n} \mathop{\mathrm{S}}_{l=0}^{l=n-1} \mathrm{A}_k e^{-k\left(\tau + \frac{2\pi l}{n}\right)\sqrt{-1}} \mathrm{f}\left(\tau + \frac{2\pi l}{n}\right),$$

pourvu que l'on assujétisse τ à vérifier la condition

$$(17) \qquad \frac{\mathrm{A}_k}{\mathrm{A}_{-k}} = e^{2k\tau\sqrt{-1}}.$$

Sous cette dernière condition, l'équation (7) jointe à la formule (4) ou (16), entraînera évidemment l'équation (15), que l'on pourra écrire comme il suit :

$$(18) \qquad s = \frac{1}{2k} \mathop{\mathrm{S}}_{m=1-k}^{m=k} \mathop{\mathrm{S}}_{l=1-k}^{l=k} \mathrm{A}_m e^{m\left(\tau + \frac{\pi l}{k}\right)\sqrt{-1}} \left(\tau + \frac{\pi l}{k}\right).$$

» D'après ce qu'on vient de dire, l'équation (18) coïncide, pour $h = k$, avec la formule (7), par conséquent avec la formule (9). Comme d'ailleurs les seconds membres des équations (9) et (18) ne renferment pas la lettre h, il est clair que ces deux équations s'accorderont l'une avec l'autre, non-seulement pour $h = k$, mais aussi quel que soit h. Donc la formule (18), jointe à la condition (17), fournira la valeur exacte de s, dans le cas même où l'on aurait

$$h > k,$$

et dans celui où le développement de $\mathrm{F}(t)$ offrirait un nombre infini de termes.

» Pour montrer une application des formules qui précèdent, concevons

que l'on ait $k = 2$, par conséquent

$$f(t) = a_0 + a_1 e^{t\sqrt{-1}} + a_2 e^{2t\sqrt{-1}} + a_{-1} e^{-t\sqrt{-1}} + a_{-2} e^{-2t\sqrt{-1}},$$

et de plus,

$$F(t) = [\lambda - \cos(t - \Pi)]^{\frac{1}{2}},$$

Π désignant un arc réel, et λ un nombre supérieur à l'unité. Le développement de $F(t)$ sera de la forme

$$F(t) = A_0 + A_1 e^{(t-\Pi)\sqrt{-1}} + A_2 e^{2(t-\Pi)\sqrt{-1}} + \ldots + A_{-1} e^{(\Pi - t)\sqrt{-1}} + A_{-2} e^{2(\Pi - t)\sqrt{-1}} + \ldots,$$

et de cette dernière formule comparée à l'équation (6), on tirera $h = \infty$,

$$A_0 = A_0, \quad A_1 = A_1 e^{-\Pi\sqrt{-1}}, \quad A_2 = A_2 e^{-2\Pi\sqrt{-1}}, \text{ etc.,}$$
$$A_{-1} = A_1 e^{\Pi\sqrt{-1}}, \quad A_{-2} = A_2 e^{2\Pi\sqrt{-1}}, \text{ etc.}$$

Donc, pour vérifier la condition (17) réduite à

$$e^{4\Pi\sqrt{-1}} = e^{4\tau\sqrt{-1}},$$

il suffira de prendre

$$\tau = \Pi,$$

et la formule (18) donnera

$$s = \frac{1}{4} \overset{m=2}{\underset{m=-1}{S}} \overset{l=2}{\underset{l=-1}{S}} A_m e^{\frac{\pi m l}{2}\sqrt{-1}} f\left(\Pi + \frac{\pi l}{2}\right).$$

Donc, si $f(t)$ est une fonction réelle de t, la valeur de s, qui dans ce cas sera réelle, pourra être réduite à

$$s = \overset{m=2}{\underset{m=-1}{S}} \overset{l=2}{\underset{l=-1}{S}} A_m \cos\frac{\pi m l}{2} f\left(\Pi + \frac{\pi l}{2}\right);$$

ou, ce qui revient au même, à

$$s = \overset{l=2}{\underset{l=-1}{S}} \frac{A_0 + 2A_1 \cos\frac{\pi l}{2} + A_2 \cos \pi l}{4} f\left(\Pi + \frac{\pi l}{2}\right).$$

Cette dernière équation, que l'on peut encore écrire comme il suit

$$s = \frac{A_0 + 2A_1 + A_2}{4} f(\Pi) + \frac{A_0 - 2A_1 + A_2}{4} f(\Pi + \pi) + \frac{A_0 - A_2}{4} \left\{ f\left(\Pi + \frac{\pi}{2}\right) + f\left(\Pi - \frac{\pi}{2}\right) \right\},$$

s'accorde avec la formule (36) de la page 201 (voir le *Compte rendu* de la séance du 25 janvier).

» Concevons maintenant que l'on ait, non plus $h = \infty$, mais simplement $h = 2$, le nombre k étant d'ailleurs un des termes de la suite

$$2, 4, 6, 8, \ldots.$$

L'équation (6) sera réduite à

$$(19)\quad F(t) = A_{-2} e^{-2t\sqrt{-1}} + A_{-1} e^{-t\sqrt{-1}} + A_0 + A_1 e^{t\sqrt{-1}} + A_2 e^{2t\sqrt{-1}};$$

et, si l'on suppose d'abord $k = 2$, la formule (18) donnera

$$(20)\qquad s = \frac{1}{4} \mathop{S}_{m=-1}^{m=2} \mathop{S}_{l=-1}^{l=2} A_m e^{m\left(\tau + \frac{\pi l}{2}\right)\sqrt{-1}} f\left(\tau + \frac{\pi l}{2}\right),$$

ou, ce qui ce qui revient au même,

$$(21)\qquad s = \mathop{S}_{l=-1}^{l=2} \frac{A_{-1} e^{-\left(\tau + \frac{\pi l}{2}\right)\sqrt{-1}} + A_0 + A_1 e^{\left(\tau + \frac{\pi l}{2}\right)\sqrt{-1}} + A_2 e^{2\left(\tau + \frac{\pi l}{2}\right)\sqrt{-1}}}{4} f\left(\tau + \frac{\pi l}{2}\right),$$

l'arc τ étant choisi de manière à vérifier la condition

$$(22)\qquad \frac{A_2}{A_{-2}} = e^{4\tau\sqrt{-1}}.$$

Si au contraire l'on suppose $k > 2$, on pourra tirer la valeur de s de la formule (8), en y laissant l'arc τ arbitraire, pourvu que l'on prenne

$$n = \text{ou} > k + h + 1,$$

par conséquent

$$n = \text{ou} > k + 3.$$

Ainsi, en particulier, si l'on prend $k = 4$, on devra, dans la formule (8), supposer $n =$ ou > 7, par exemple

$$n = 8.$$

Or, pour $h = 2$, $k = 4$, $n = 8$, l'équation (8) donnera

$$(23) \qquad s = \frac{1}{8} \mathop{S}_{m=-2}^{m=2} \mathop{S}_{l=0}^{l=7} A_m e^{m\left(\tau+\frac{\pi l}{4}\right)\sqrt{-1}} f\left(\tau + \frac{\pi l}{4}\right).$$

Si, dans cette dernière formule, on réduit l'arc τ à zéro, on en tirera simplement

$$(24) \qquad s = \frac{1}{8} \mathop{S}_{m=-2}^{m=2} \mathop{S}_{l=0}^{l=7} A_m e^{\frac{\pi m l}{4}\sqrt{-1}} f\left(\tau + \frac{\pi l}{4}\right),$$

ou, ce qui revient au même,

$$(23) \qquad s = \mathop{S}_{l=0}^{l=7} \frac{A_{-2} e^{-\frac{\pi l}{2}\sqrt{-1}} + A_{-1} e^{-\frac{\pi l}{4}\sqrt{-1}} + A_0 + A_1 e^{\frac{\pi l}{4}\sqrt{-1}} + A_2 e^{\frac{\pi l}{2}\sqrt{-1}}}{8} f\left(\tau + \frac{\pi l}{4}\right).$$

» On peut se servir utilement des équations (20) et (23), pour déterminer la valeur générale de la fonction désignée par υ dans le Mémoire sur les variations séculaires des éléments elliptiques des planètes. Les formules ainsi obtenues pourront remplacer, même avec avantage, les formules (37), (38), (39), (40) des pages 203 et 204. L'équation (20) en particulier fournira immédiatement la valeur de υ qui correspond à la valeur 2 de l'exposant que nous avons représenté par la lettre $\mathfrak{l}$ (pages 192 et suivantes). Quant à l'équation (23), elle fournira rigoureusement la valeur de υ correspondante à $\mathfrak{l} = 4$, et il suffira que l'on puisse négliger les quantités du quatrième ordre par rapport aux excentricités et aux inclinaisons des orbites, pour qu'elle fournisse encore, sans erreur sensible, les valeurs de υ correspondantes à $\mathfrak{l} = 6$ et à $\mathfrak{l} = 8$. »

PHYSIQUE. — *Sur un procédé à l'aide duquel on agrandit les variations de l'aiguille aimantée.* — Note communiquée par M. DUTROCHET.

« Au sujet de mon observation sur les variations diurnes de l'aiguille aimantée, observation que j'ai communiquée à l'Académie dans la dernière séance, et qui est imprimée dans le *Compte rendu* de cette séance, j'ai reçu de notre confrère M. Biot la lettre suivante dont je vais faire part à l'Académie.

« Si vous voulez bien jeter les yeux sur la page 101 du tome II de la » 2e édition de mon *Précis de Physique*, qui a paru en 1821, vous y » trouverez l'exposition d'*un procédé à l'aide duquel on peut agrandir,* » *presque indéfiniment les variations diurnes de l'aiguille aimantée,* » *en faisant réagir sur elle une autre aiguille également mobile, ou fixe.* » La même indication est reproduite à la page 121 du tome II de la » 3e édition du même ouvrage, qui a paru en 1824. Dans l'intervalle de » ces deux époques, j'appris que M. Barlow avait lu à la Société royale » de Londres un Mémoire contenant des expériences de ce genre, faites » probablement sans connaître que l'idée en eût été antérieurement émise, » puisqu'il ne la rappelait point. C'est pourquoi je crus devoir publier dans » les *Annales de Chimie et de Physique*, tome XXIV, page 140, un Mé- » moire assez étendu, où je donnai la théorie générale de ce genre de » réaction, appliquée à un nombre quelconque de corps fixes ou mobiles, » animés d'un magnétisme permanent.

» Si je prends la liberté de vous rappeler ces diverses publications, qui » paraissent ne pas vous avoir été connues, ce n'est pas pour en faire l'objet » d'une réclamation personnelle. C'est au contraire pour vous remercier » d'avoir ramené l'attention des physiciens sur ce mode d'expérimenta- » tion, qui, s'il était repris, dans les circonstances spécialement favorables » que la théorie indique, nous révèlerait, j'en suis persuadé, beaucoup de » particularités qui nous échappent, non-seulement dans le phénomène » des variations diurnes, mais dans l'action réciproque des corps magné- » tiques en général. »

M. DUTROCHET dépose un paquet cacheté ayant pour titre : *Observations sur l'électricité.*

M. Becquerel présente les observations suivantes au sujet de la communication de M. *Dutrochet :*

« Le système à aiguilles compensées dont on se sert pour les galvanomètres, présente les plus grandes difficultés dans son application à l'étude des variations diurnes et autres de l'aiguille aimantée, non-seulement en raison des causes signalées par M. Arago dans la dernière séance, mais encore par suite de la différence de rayonnement qu'éprouve chacune des aiguilles du système de la part des objets environnants. On sait que les variations de température modifient le magnétisme d'un barreau; si le barreau est librement suspendu, les faibles variations qu'il éprouve ne lui font pas perdre sa position d'équilibre; et dès-lors il peut servir à observer les variations diurnes. Mais il n'en est plus de même si l'on prend un système à aiguilles compensées, n'ayant qu'une force directrice extrêmement faible, due à une différence d'action, et dont l'une est enfermée en partie dans une boîte et l'autre est placée à l'extérieur. Au moyen de cette disposition, l'aiguille intérieure participe peu aux variations de température auxquelles est soumise l'autre aiguille, de la part des objets environnants. Dès-lors la première conserve sensiblement son magnétisme, tandis qu'il n'en est pas de même de l'autre. Le système n'est plus alors compensé et tend à perdre plus ou moins sa position d'équilibre : c'est un fait que toutes les personnes qui se servent du galvanomètre ont eu souvent l'occasion d'observer. Il suit de là que le système en question adapté au galvanomètre ne peut servir aux observations des variations diurnes. »

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Sur diverses combinaisons nitreuses; sur la production dans les chambres de plomb du sulfate de plomb cristallisé; sur les efflorescences des murailles; par* M. Kuhlman.

(Commissaires, MM. Thenard, Dumas, Pelouze.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une Note sur plusieurs composés nouveaux formés par l'union du fluorure de bore et du fluorure de silicium avec le deutoxide d'azote et les acides nitreux, hyponitrique et nitrique. Cette Note vient compléter la série des combinaisons que j'ai déjà signalées en mai 1839, entre les mêmes oxides d'azote et l'acide sulfurique anhydre ou les chlorides métalliques.

» Je soumets à l'Académie une seconde Note sur la production dans les chambres de plomb du sulfate de plomb cristallisé, analogue au sulfate naturel : production qui a lieu lorsque ces chambres sont dans certaines conditions que j'évite ou que je produis à volonté.

» La connaissance de ces faits est importante pour la fabrication de l'acide sulfurique.

» Je demande encore à l'Académie la permission de lui communiquer mes recherches *sur la nitrification et en particulier sur les efflorescences des murailles*, et de vouloir bien renvoyer à l'examen d'une Commission le Mémoire original où se trouvent consignées les expériences sur lesquelles s'appuyent les conclusions suivantes :

» S'il est vrai qu'il se forme, dans beaucoup de circonstances, des efflorescences de nitrate de potasse ou d'ammoniaque, il n'en est pas moins bien constaté que dans un plus grand nombre de circonstances encore, il se trouve à la surface des murailles des efflorescences dues à du carbonate de soude et du sulfate de soude, et que les murailles récemment bâties avec du mortier et des pierres ou des briques donnent lieu en outre à des exsudations de potasse caustique ou carbonatée, chargées de chlorures de potassium et de sodium.

» J'ai fait voir que la source principale de ces sels potassiques et sodiques se trouvait dans la chaux qui a servi aux constructions ; qu'un grand nombre de pierres à chaux contenaient des chlorures potassiques et sodiques, et surtout des silicates alcalins, lesquels peuvent donner lieu, sous l'influence du carbonate de chaux ou de la chaux vive résultant de la calcination de ces pierres, à de la potasse et à de la soude caustiques ou carbonatées. Enfin, j'ai indiqué comme possible l'existence, dans les calcaires, d'une combinaison de carbonate de potasse ou de soude et de chaux analogue à la *Gay-Lussite*, sans cependant attacher trop d'importance à cette opinion.

» J'ai fait voir encore que la quantité de sels alcalins qui se trouve dans les pierres à chaux est variable, car il en est qui ne m'ont pas donné, par leur calcination, de traces d'oxide alcalin.

» L'existence des oxides ou carbonates alcalins dans la chaux explique la présence du nitrate de potasse tout formé dans la lessive des salpétriers, comme aussi la production des efflorescences nitrières.

» L'alcalinité puissante de l'eau de chaux première, tient à des causes étrangères à celles que lui a assignées M. Descroisilles ; c'est la potasse ou la soude puisée dans la chaux même qui l'occasionne.

» Cette alcalinité peut devenir très préjudiciable dans beaucoup d'opérations industrielles, et il est essentiel d'y avoir égard dans la préparation de l'eau de chaux qui sert quelquefois de réactif, si l'on veut éviter des causes d'erreur dans les recherches analytiques.

» Dans la fabrication du sucre de betteraves, où l'on emploie beaucoup de chaux à la défécation, la présence de la potasse ou de la soude, bien qu'en faible quantité, doit avoir une influence funeste sur les dernières opérations lorsque les liquides arrivent à un certain degré de concentration.

» Je crois que l'addition d'un peu de chlorure de calcium dans les chaudières de concentration produirait souvent d'utiles résultats en transformant le carbonate alcalin en chlorure de potassium ou de sodium dont l'action sur le sucre serait à peu près nulle.

» La présence de quantités variables de sels de potasse et de soude dans les craies n'est sans doute pas sans influence sur l'existence de ces sels dans les plantes, surtout si nous admettons que, dans les pierres calcaires, la potasse et la soude existent à l'état de chlorure et de silicate, tous deux susceptibles de se décomposer lentement par leur séjour à l'air ou leur contact avec la craie.

» Je soumettrai à l'Académie, dans un travail spécial dont je m'occupe, d'autres considérations déduites de l'existence des sels alcalins dans les pierres à chaux, et du rôle important que ces sels me semblent jouer. Ces considérations m'ont paru se rattacher à une question trop importante sous le rapport théorique et pratique pour être présentées ici incidemment et sans développements suffisants.

» L'examen des efflorescences des murailles et des causes auxquelles il faut les attribuer m'a conduit à faire l'examen des houilles sous le rapport des substances salines qui s'y trouvent associées.

» J'ai constaté que les houilles sont pénétrées souvent d'une grande quantité de carbonate de chaux combiné à du carbonate de magnésie en proportions variables.

» Examinant ensuite les efflorescences qui se produisent à la surface des houilles, j'ai reconnu qu'en outre du sulfate de fer qui provient de la décomposition des pyrites, il se forme dans beaucoup de houilles des efflorescences dues à du sulfate de soude presque pur, mélangé quelquefois d'un peu de carbonate de soude, mais sans potasse.

» Dans ces efflorescences, j'ai encore constaté l'existence d'une petite quantité de cobalt, dont la présence, assez extraordinaire dans cette cir-

constance, présente une observation de quelque intérêt sous le rapport géologique.

» J'ai attribué la formation du sulfate de soude à la décomposition des pyrites en présence de la combinaison alcaline qui contient la soude, combinaison insoluble dans l'eau tant qu'elle reste confondue avec le charbon, mais qui donne du carbonate de soude soluble par la calcination.

» Une autre observation qui mérite de fixer l'attention des géologues, c'est que le sel sodique ne se forme que là où il existe dans les couches compactes de houille, du charbon en tout semblable au charbon de bois quant à l'aspect; la présence de la soude à l'exclusion de la potasse dans ces parties de houille ne sera également pas sans une certaine signification pour les savants qui donnent aux dépôts houillers une origine organique. »

CHIMIE. — *Recherches médico-légales sur l'arsenic; par* MM. **Danger** *et* **Ch. Flandin.** (Extrait par les auteurs.)

(Commission précédemment nommée pour diverses recherches sur l'emploi de l'appareil de Marsh.)

« Les auteurs, après avoir présenté une esquisse rapide des recherches relatives à l'arsenic, du moins des recherches médico-légales sur ce sujet, passent ensuite à l'exposé des expériences qui les ont amenés à retirer des matières animales un produit qui donnait des taches avec l'appareil de Marsh, taches qu'ils prirent long-temps pour de l'arsenic. En effet, elles en offraient tous les caractères physiques, et, sous plusieurs rapports, les réactions chimiques. Toutefois on ne pouvait extraire de ce composé l'arsenic à l'état métallique. Une analyse, puis une synthèse, conduisirent MM. Danger et Flandin à reconnaître que ce composé, formé pendant la carbonisation des matières animales, était un mélange de sulfite et de phosphite d'ammoniaque unis à une matière organique.

» Dans le but de s'éclairer sur la question de l'existence de l'arsenic à l'état normal dans le corps humain, les auteurs eurent recours à des expériences d'un autre ordre. Ils carbonisèrent les matières animales en vases clos, en recueillant tous les produits de la distillation. Soumis à divers réactifs, aucun de ces produits ne donna d'arsenic.

» Prévenus d'une cause d'erreur contre laquelle on n'était point en garde

en médecine légale, quand on se servait de l'appareil de Marsh, MM. Danger et Flandin produisirent sur les animaux des empoisonnements soit aigus, soit chroniques, pour savoir jusqu'à quel point le mélange des taches arsénicales et pseudo-arsénicales pouvait en imposer quand il s'agissait de faire une distinction entre elles. Il leur parut que les réactions employées jusqu'à ce jour ne suffisaient pas, dans tous les cas au moins, pour résoudre ce problème. Il ne fallait donc plus seulement recueillir sous forme de taches l'arsenic brûlé avec l'hydrogène ; il fallait recueillir sans perte et condenser le plus possible les produits de cette combustion, pour les examiner ensuite et réduire le métal. Les auteurs sont arrivés à ce but au moyen d'un appareil dont ils proposent de faire un annexe à celui de Marsh. A l'aide de cet appareil on peut obtenir de l'acide arsénieux et de l'arsenic métallique appréciables même en poids, en n'agissant que sur 50 grammes du foie ou des poumons de chiens empoisonnés par 15 centigrammes (trois grains) d'acides arsénieux ou arsénique.

» MM. Danger et Flandin donnent aussi dans ce Mémoire un procédé de carbonisation qui leur est propre, et ils tirent de leurs expériences sur les animaux des corollaires physiologiques qui ont trait à la question thérapeutique de l'empoisonnement par l'arsenic.

» Les conclusions de leur travail sont les suivantes :

» 1°. Il n'existe point d'arsenic à l'état normal dans le corps humain;

» 2°. Il se forme généralement dans l'acte de la carbonisation des matières animales, un produit soluble dans l'eau, sublimable, composé en grande partie de sulfite et de phosphite d'ammoniaque unis à une matière organique, produit susceptible de fournir, avec l'appareil de Marsh, des taches présentant, jusqu'à un certain point, les caractères physiques et donnant la plupart des réactions chimiques de l'arsenic;

» 3°. Pour se mettre à l'abri de toute erreur en expertise médico-légale, dans un cas d'empoisonnement par un composé arsénical, il faut, quand on se sert de l'appareil de Marsh pour ces recherches, ne compter sur les réactions franches et normales de l'arsenic qu'après avoir brûlé le gaz hydrogène arsénié, et agi sur les produits de la combustion;

» 4°. Dans les cas d'empoisonnement par l'arsenic, c'est dans les fécès et la matière des vomissements qu'on doit surtout chercher les traces du poison pendant la vie; si la mort est l'effet immédiat de l'empoisonnement, on retrouve l'arsenic jusque dans les organes les plus éloignés du centre de l'action toxique. »

M. **Laurent** commence la lecture d'un Mémoire ayant pour titre : *Nouvelles recherches sur l'Hydre*.

Cette lecture sera continuée dans une prochaine séance.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Nouvelles recherches sur la conservation des bois; par* M. A. **Boucherie**.

(Commission précédemment nommée.)

« La bienveillance avec laquelle l'Académie a jugé le travail sur la conservation des bois que j'ai eu l'honneur de lui soumettre, m'encourage à lui présenter de nouvelles études relatives à la même question, qui me paraissent dignes de fixer l'attention, autant par les applications industrielles qui en découlent que par les nouvelles voies expérimentales qu'elles offrent aux progrès de la physiologie végétale.

» Ce nouveau travail a été entrepris, il y a déjà plus d'une année, pour résoudre une difficulté grave que présente l'application du procédé de pénétration des bois par aspiration vitale. Ce procédé en effet ne peut être exécuté que dans le temps de la sève, et, outre que ce temps est limité à quelques mois de l'année, l'abattage des bois à cette époque contrarie toutes les pratiques établies dans l'intérêt de l'économie forestière, et laisse dans beaucoup d'esprits la conviction, bien mal appuyée sans doute, que les bois doivent être très altérables lorsqu'ils ne sont pas abattus en hiver.

» Pour vaincre ces obstacles à l'admission de mes procédés sur une grande échelle, je me suis appliqué à rechercher un moyen de pénétrer économiquement les bois *en hiver*, et, aussi heureux dans ce second travail que dans celui qui l'avait précédé, je suis arrivé à découvrir un mode de pénétration différent de celui effectué par aspiration vitale, aussi économique et aussi complet, au moyen duquel *je puis, en plein hiver et dans un très court espace de temps, pénétrer tous les bois en grume ou équarris destinés à l'industrie*.

» Ce procédé, que M. Biot aurait été amené, par ses expériences, à découvrir avant moi, s'il se fût occupé de la même question, s'applique uniquement aux bois nouvellement abattus et divisés en billes de toutes

longueurs, selon les besoins de l'industrie. Il suffit pour imprégner ces billes par diverses liqueurs, de les placer verticalement, et d'adapter à leur extrémité supérieure des sacs en toile imperméable, faisant fonction de réservoir, dans lesquels on verse incessamment les dissolutions salines, ou autres, dont on a fait choix pour donner au bois des qualités nouvelles. Dans le plus grand nombre des cas, le liquide pénètre promptement par l'extrémité supérieure, et presque au même instant la sève s'écoule. Pour quelques bois qui renferment de grandes quantités de gaz, cet écoulement ne commence que lorsque ces gaz sont expulsés, et alors la sève tombe sans interruption. L'opération est terminée lorsqu'on recueille par l'extrémité inférieure de ces pièces de bois des liqueurs parfaitement identiques avec celles qui ont été versées sur la partie supérieure.

» Dans le cours des expériences que j'ai faites avec cette méthode de pénétration il m'a été possible d'observer un grand nombre de faits très curieux qui m'ont fourni les éléments d'un travail étendu dont je m'occupe; je me bornerai aujourd'hui à citer ceux de ces faits qui m'ont paru le plus intéressants.

» I. Il est facile d'extraire par milliers de litres la sève de presque tous les bois : cette opération s'exécute sans frais et en très peu de temps; *en une seule journée j'ai pu en recueillir 4850 litres : j'opérais sur sept arbres et j'étais secondé par deux hommes.*

» II. Non-seulement on peut ainsi enlever au bois les matières sucrées, mucilagineuses, etc., que la sève tient en dissolution, mais il est encore possible d'en extraire les sucs résineux colorés, etc., qu'il renferme : il suffit pour obtenir ce résultat d'imprégner préalablement les arbres de liquides ayant la propriété de dissoudre ces sucs..... Après quelque temps de macération, si je puis ainsi dire, la sève artificielle qu'on expulse se trouve chargée de ces matières. Dans l'un comme dans l'autre cas ces sèves pourraient être très avantageusement utilisées.

» III. Ainsi qu'on l'a reconnu, je crois, mais sans agir sur des masses, comme j'ai pu le faire, la sève de la périphérie du bois et celle des parties centrales présentent quelques différences. Les points plus ou moins élevés de la tige auxquels on la recueille, l'âge du végétal et l'époque de l'année à laquelle on opère, influent aussi sur la composition qu'elle présente.

» IV. Dans le plus grand nombre des cas la sève ne contient que quelques millièmes de matière solide, quoique le bois renferme plusieurs centièmes de matière soluble. Ce fait connu ainsi précisé indique des recherches qui

peuvent être bien intéressantes pour la physiologie végétale; rien ne démontre mieux la vascularité du système ligneux.

» V. Les bois contiennent des proportions différentes de gaz dont la composition varie selon les espèces, les âges et les saisons. J'ai reconnu que dans quelques cas ces gaz représentaient le vingtième du cube du bois.

» VI. Dans le cours de mes expériences j'ai pu très bien apprécier que la contractilité des vaisseaux du bois sous l'influence de certains agents n'était pas la même, et que tandis que telle espèce se laissait parfaitement pénétrer par la liqueur A qui était neutre et par la liqueur B qui était astringente, une autre espèce n'admettait dans ses vaisseaux que la liqueur A. En pratique cette observation est importante.

» VII. Les bois les plus légers ne sont pas ceux qui se laissent pénétrer le plus facilement ainsi qu'on serait disposé à le croire. Le peuplier résiste beaucoup plus que le hêtre, le charme, etc., et le saule bien davantage que le poirier, l'érable et le platane. »

La lettre précédente donne lieu, de la part de M. **Biot**, à quelques remarques scientifiques qu'il présentera par écrit, dans la séance prochaine.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Note sur la décomposition des huiles en vases clos; par* M. **Blondeau de Carolles.**

(Commission précédemment nommée.)

« Toutes les fois que l'on décompose en vases clos des huiles, soit végétales, soit minérales, on observe qu'il se produit un dépôt abondant d'une matière noire que l'on avait prise pour du charbon très divisé provenant de la décomposition de l'hydrogène carboné ou des carbures volatils sous l'influence d'une haute température. Ce phénomène ne s'observe pas dans la composition du gaz Selligue, qui se compose, comme on le sait, du mélange des gaz provenant de la décomposition simultanée de l'eau et des huiles de schistes.

» Quelques expériences m'ont permis de rendre compte de ce fait, qui était demeuré jusqu'ici sans explication satisfaisante.

» Lorsqu'on fait passer de l'hydrogène bicarboné ou un carbure volatil, tel que de l'huile de naphte, dans un tube en fer dont la température est

voisine du rouge-blanc, il se forme dans son intérieur un dépôt noir qui n'est point du charbon, mais bien un *carbure de fer*.

» Lorsqu'on fait passer simultanément dans ce tube, l'huile volatile et de la vapeur d'eau, il y a production de gaz provenant à la fois de la décomposition de l'huile et de la décomposition de l'eau, mais il n'y a plus de dépôt charbonneux.

» L'explication de ces faits est simple: Le fer, à la température rouge à laquelle on opère, peut décomposer les carbures d'hydrogène et l'eau; mais ayant plus d'affinité pour l'oxigène que pour le carbone, qui se trouvent l'un et l'autre en contact avec lui, il se combine de préférence avec l'oxigène, et n'exerce aucune action sur le carbure d'hydrogène.

» D'après cela, il est évident que dans le procédé Selligue, toute l'huile qu'on emploie se trouve transformée en carbures d'hydrogène, qui n'ayant perdu aucune partie du carbone qui entre dans leur composition, doivent jouir d'un pouvoir lumineux supérieur à celui qu'on aurait obtenu en décomposant l'huile de schiste sans la présence de l'eau.

» Le dépôt de *carbure de fer* que l'on obtient lorsqu'on emploie l'huile de résine, est si abondant, qu'on est obligé de renouveler toutes les douze heures le coke sur lequel s'opère la décomposition, et lorsqu'on veut le recueillir, on peut le livrer en grande partie au commerce, qui l'emploie à la place du noir de fumée.

» J'ai fait, à plusieurs reprises, l'analyse de ce carbure de fer, et j'ai reconnu qu'il était formé de 90,17 carbone et 9,83 fer. C'est la composition que l'on avait assignée à la *plombagine*, que plus tard on a considérée comme du carbone pur.

» Voici quelles sont les conséquences que je déduits des faits mentionnés dans cette Note :

» 1°. La *plombagine* existe réellement, mais pas dans les circonstances où on l'avait admise; elle se produit avec une grande facilité lorsqu'on met du fer rouge en présence de l'hydrogène carboné ou d'un carbure volatil, et elle se forme en grande abondance dans la fabrication du gaz de la résine;

» 2°. On peut prévenir la production de cette substance, lorsqu'on fait arriver simultanément l'huile à décomposer et de la vapeur d'eau.

» Cette dernière observation peut devenir utile dans la pratique, car on peut, en faisant arriver dans l'appareil distillatoire une légère quantité de vapeur d'eau, empêcher la plombagine de se former, prévenir ainsi la détérioration intérieure des vases, empêcher les engorgements, conserver

au gaz tout le carbone qui doit entrer dans sa composition, et qui est utile à son pouvoir lumineux. »

Dans une dernière partie de sa Note, M. Blondeau de Carolles répond à la réclamation qui a été faite à l'occasion d'une de ses précédentes communications, par M. Séguin.

M. Daliot présente un appareil employé sur les *bateaux à vapeur* de la haute Seine, et qui a pour but d'avertir d'un abaissement de l'eau dans la chaudière au moment où cet abaissement peut devenir dangereux.

L'appareil et la Note qui l'accompagnent, sont renvoyés à l'examen d'une Commission composée de MM. Arago et Séguier.

M. Balaschoff adresse une Notice sur l'*Exploitation du fer en Belgique*. Dans le chapitre 3 de ce travail, l'auteur s'occupe de la torréfaction du bois et s'attache à faire ressortir tous les avantages qu'offre cette pratique, surtout dans les contrées qui ne peuvent exploiter qu'au bois.

Il signale plusieurs procédés nouveaux, et présente quelques considérations théoriques sur la nature du bois torréfié.

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Becquerel, Dumas.)

M. Coste envoie un Mémoire ayant pour titre : *Théorie des aquamoteurs, ou bateaux mus par le courant à l'aide de points fixes pris sur le rivage*. L'auteur a été conduit par ses travaux, à s'occuper de la théorie des bateaux à vapeur et il propose une nouvelle manière de calculer les effets des roues à rames, quand on les emploie pour cette sorte de bateaux. Les résultats auxquels le conduit cette théorie sont, à ce qu'il annonce, conformes à ceux qu'a obtenus expérimentalement M. Marestier.

M. Girard adresse une Note sur la composition d'une matière qu'il croit propre à être substituée avec avantage au marbre dans la décoration des édifics publics et privés, et qu'il désigne sous le nom de *marbre factice*.

Cette Note et les échantillons qui l'accompagent, sont renvoyés à l'examen d'une Commission composée de MM. Al. Brongniart, Cordier et Berthier.

M. Couppelle du Luc adresse une Note sur la *formation de la grèle*.

(Commissaires, MM. Biot, Arago, Pouillet.)

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Sur les courants secondaires; par* M. MATTEUCCI.

« Puisque vous avez eu la bonté de communiquer à l'Académie l'extrait de mon Mémoire sur le *courant secondaire* de la bouteille, j'espère que vous voudrez bien en faire autant des observations que je vous adresse, et qui m'ont été suggérées après la lecture du beau travail de M. Riess. C'est une espèce de journal que je vous envoie; le temps me manque pour mettre un peu d'ordre dans l'exposition de ces recherches. Tous mes efforts ont été dirigés pour établir la direction du courant secondaire de la bouteille. Depuis mes premières recherches, je me suis toujours laissé diriger par les résultats de votre travail, et toujours j'ai tâché de me mettre à l'abri des changements de sens et d'intensité qui arrivent en prenant l'aimantation comme moyen *qui donne* le sens et l'intensité du courant. Je suis surpris de voir M. Riess *qui accuse* ce procédé, s'y fier entièrement pour déclarer quelle est la direction du courant. J'ai fait un grand nombre d'expériences pour établir cette action d'aimantation, en employant des charges très différentes. Les résultats sont constants pour de faibles charges. On n'a qu'à prendre une bouteille de 400 centimètres carrés de surface armée, et à la charger depuis le plus faible degré de tension jusqu'au plus grand; l'aimantation directe augmente avec la *tension*, et le courant secondaire est *inverse* dans tous les cas, c'est-à-dire dirigé en sens contraire du courant qui va de la surface positive à la surface négative de la bouteille. Cela arrive à quelque distance qu'on tienne les deux spirales planes. On cite des cas qui font changer le sens d'aimantation produit par le courant secondaire, sans rien toucher au courant de la bouteille. J'en ai trouvé d'autres encore plus singuliers. Avec la petite bouteille que j'ai citée, le courant secondaire devient *direct* si on le fait passer par un liquide très peu conducteur, ou bien si l'on tient les deux extrémités de la spirale secondaire à la distance de 2 ou 3 millimètres, suivant la tension. On a, dans ce cas, une très brillante étincelle; mais ce qu'on n'a pas encore remarqué, c'est que dans ces deux cas l'aimantation produite par le courant primitif est changée, cela arrive aussi en interposant la lame entre les deux spirales. J'ai fait agir la spirale primitive sur un grand disque d'étain qui était au moins vingt fois plus grand en surface que la

spirale, et avec la méthode décrite dans mon Mémoire, j'ai étudié le courant secondaire qui s'y développe. Il est curieux de voir une si grande quantité d'électricité mise en mouvement par une décharge très faible et sur une si grande surface: l'intensité augmente du centre aux bords. Ce mouvement d'électricité a lieu, même après avoir coupé une partie au centre de ce grand cercle égal en surface à celle de la spirale. J'ai étudié les inductions voltaïques; elles sont constantes pour le sens, qui est toujours le même que celui observé par Faraday, à quelques distances qu'on tienne les spirales, et quel que soit le corps qui est interposé. Une lame métallique diminue l'effet de l'induction : pour un effet donné, il faut dans la lame une épaisseur d'autant moindre, que sa conductibilité est plus grande. En introduisant la lame métallique rapidement, on obtient des effets qui nécessairement dépendent de l'action qu'exerce cette lame pour réduire la force du courant induit. Je suppose que la lame soit telle qu'elle réduise presque entièrement le courant induit, on observe qu'en introduisant cette lame lorsque le circuit est déjà fermé, on a le courant dans le même sens qu'on l'aurait observé en ouvrant le circuit, et presque de la même intensité. Le contraire aurait lieu en enlevant la lame, laissant toujours le circuit fermé; c'est comme si le passage du courant avait commencé, et c'est par conséquent un courant contraire qui a été produit par induction. Lorsque l'on a observé la première déviation, en ayant les deux spirales immédiatement l'une en face de l'autre, si, sans ouvrir le circuit, on interpose une lame métallique, et qu'ensuite on ouvre le circuit, on a un courant dont le sens est toujours celui de la loi connue des inductions, mais dont l'intensité est celle qu'on aurait obtenue si la lame métallique eût été mise avant de fermer le circuit. De même, si l'on ferme le circuit avec la lame interposée, qu'ensuite on enlève la lame, et qu'après on ouvre le circuit, le courant d'induction que l'on obtient est celui qui correspond au courant d'induction obtenu sans lame. Enfin, hier 17 janvier, avec quatre bouteilles qui avaient $0^{m.c.},386$ de surface armée, j'ai obtenu des déviations du courant secondaire très sensibles au galvanomètre. J'ai employé un galvanomètre qui m'a servi dans mes recherches sur la torpille: le fil est couvert de vernis, et fait 500 tours. J'ai aussi obtenu des signes sur un autre galvanomètre qui est de Gourjon, et qui sert aux expériences de Melloni. Les déviations du courant secondaire avec ces bouteilles chargées à 10° d'un électromètre de Henley, sont de 10 à 20° du galvanomètre. J'ai essayé en vain d'obtenir des déviations en déchargeant lentement la bouteille. La *direction du courant secondaire*

donnée par le galvanomètre est toujours directe, c'est-à-dire dirigée comme celle de la bouteille. Une lame d'étain ou de tout autre métal interposée, détruit l'effet de l'induction ; mais le sens du courant secondaire est constant; si l'on fait l'expérience en tenant les bouts de la spirale secondaire séparés d'un très petit intervalle, on a l'étincelle ; mais, ce qui est remarquable, c'est la constante *inversion* qu'on observe dans ce cas dans le courant secondaire. Telle est l'indication du galvanomètre, et cela dans tous les cas, quelles que soient la distance des deux spirales et la lame interposée. La déviation est pourtant considérablement affaiblie; j'ai constaté d'une autre manière cette direction du courant secondaire, lorsqu'on l'oblige à donner l'étincelle.

» L'étincelle que j'obtiens avec mes deux spirales est assez forte pour faire un trou très marqué dans le papier, et la position du trou est constante, et c'est là un moyen sûr de déterminer la direction du courant. Le trou est toujours près de la pointe négative; et, dans tous les cas, avec le courant secondaire, j'ai obtenu cette indication, d'accord avec l'indication du galvanomètre. J'avoue, et l'on doit le voir déjà si l'on se rappelle les résultats obtenus avec l'aimantation, que l'indication de l'aimantation n'est pas toujours d'accord avec les deux autres procédés. Les résultats que je vous ai décrits, encore trop désordonnés, sont constants; tous ont été obtenus avec M. le professeur Pacinotti, mon collègue, à qui je dois beaucoup de remercîments pour le concours actif qu'il prend à mes recherches.

» Je me garderai bien de conclure que l'indication de l'aimantation est fausse; si la théorie d'Ampère est une vérité, comme je le crois, cela ne peut pas être. C'est que nous ignorons encore trop la nature d'un courant, d'une décharge électrique. Je crois l'aimantation un moyen de juger du sens et de l'intensité du courant, plus sensible que tous les autres, et qui nous indique le courant pour chaque molécule du circuit, pour chaque instant infiniment petit. Qui sait si le courant ne se propage pas par ondulations, s'il n'y a pas des espèces d'interférences dans le circuit? Qui sait si le mouvement dans un circuit est le même aux points où il est rompu, où l'étincelle éclate, et où, si cela n'est pas? C'est à l'expérience à parler? »

HISTOIRE NATURELLE. — *Sur les causes de la coloration en vert de certaines huîtres*; *par* M. A. VALENCIENNES.

« Les observations que je viens de faire sur les huîtres vertes m'ont conduit à quelques résultats qui me paraissent assez curieux pour que je croie devoir les communiquer à l'Académie.

» On sait combien les explications données jusqu'à ce jour sur la coloration des huîtres, laissent encore à désirer.

» Les uns ont voulu que la nourriture de certaines ulves fussent la cause de la viridité des huîtres; d'autres l'ont attribuée à l'absorption d'animalcules microscopiques qui ont reçu le nom de *Vibrio ostrearius;* puis on a soutenu que les huîtres changeaient de couleur, et passaient au vert par l'absorption seule de la matière verte qui se produit dans les parcs où on les conserve.

» Il faut d'abord remarquer que l'on s'est occupé, comme il n'arrive que trop souvent, de donner l'explication d'un phénomène singulier sans observer comment il se passe dans un animal dont on peut voir tous les jours des centaines d'individus.

» Dans une huître verte, il n'y a qu'un seul organe visible à l'extérieur qui prenne cette couleur: ce sont les quatre feuillets des branchies. En soulevant la partie supérieure du manteau, on voit que la surface interne seule des palpes labiaux s'est colorée en vert, et enfin en examinant les parties internes, on reconnaît très promptement que le canal intestinal seul au-delà de l'estomac est d'une belle couleur verte qui l'injecte et qui rend sa poursuite très facile, parce qu'il se détache très nettement sur le fond blanc qui lui est fourni par la graisse. Le foie a une couleur vert noirâtre au lieu de sa teinte rousse ordinaire. Mais ni le grand muscle d'attache, ni les fibres musculaires du manteau, ni les cirrhes qui le bordent, ni le cœur resté blanc ou son oreille brunâtre, ni le sang, ni les nerfs, ni la graisse n'ont changé de couleur.

» Cette substance colorante, déposée dans les organes seuls que j'ai nommés, n'offre rien de remarquable à l'examen microscopique, mais elle possède les propriétés suivantes:

» Elle est insoluble à froid et à chaud, dans l'eau distillée, dans l'alcool, dans l'éther sulfurique. Ces trois réactifs n'altèrent en rien sa nuance.

» Tous les acides la font passer au bleu, lentement à froid, rapidement à chaud. L'acide sulfurique faible, l'acide hydrochlorique faible, l'acide citrique, le vinaigre, produisent également bien ce changement.

» L'ammoniaque fait reparaître la teinte verte.

» L'acide nitrique, faible et froid, colore la matière en bleu; à chaud il la détruit et donne cette couleur jaune qui se manifeste si souvent dans les réactions de l'acide nitrique sur les matières animales.

» Le chlore décolore rapidement la matière verte, et laisse les feuillets branchiaux tout-à-fait blancs.

» L'hydrogène sulfuré ne la décolore pas.

» L'ammoniaque, à la longue, détruit la couleur et la change en olive sale très faible.

» La potasse caustique dissout les feuillets branchiaux et donne un liquide brun, d'où l'acide acétique précipite des flocons verdâtres sales.

» Les changements de couleur ont lieu sur le canal intestinal comme sur les feuillets branchiaux.

» Votre savant confrère, M. Dumas, a fait quelques expériences tendant à s'assurer si la matière verte ne devrait pas une partie de sa couleur au bleu de Prusse. Elles ont donné des résultats négatifs.

» J'ai fait ces observations sur les grandes huîtres, dites *huîtres vertes de Marennes*, dont j'ai l'honneur de présenter à l'Académie les branchies et des portions de canal intestinal soumis aux différents agents indiqués ci-dessus. J'ai trouvé des résultats semblables sur les huîtres dites *huîtres vertes d'Ostende*, quoique ces dernières soient moins colorées.

» Tout porte donc à croire que la couleur verte des huîtres appartient à une matière animale qui serait distincte de toutes les substances organiques vertes déjà étudiées. Comme on la voit paraître dans le canal intestinal, ne serait-il pas permis de supposer qu'elle est due à un état particulier de la bile, fournissant alors une substance colorante qui se fixerait par l'assimilation sur le parenchyme des deux appareils lamellaires de l'huître, ses branchies ou ses palpes labiaux, par un phénomène physiologique analogue à celui que M. Flourens a observé sur l'assimilation de la garance qui colore en rouge les os seuls de l'animal, tandis que les cartilages, les ligaments, les tendons restent blancs. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Résumé des observations d'aurores boréales, faites par* M. NECKER DE SAUSSURE *dans différentes parties de l'Écosse.* (Communiqué par *M. Arago.*)

« Il est très douteux que l'on doive regarder comme des aurores boréales les lueurs des 13 novembre et 31 décembre 1839, et des 5, 28, 31 janvier, 26, 28 février, 2, 25 et 26 mars 1840.

» Toutes les autres sont de vraies aurores boréales plus ou moins belles.

» Sur ces vingt-cinq aurores il n'y en a eu qu'une seule qui fût rouge, à savoir celle du 3 janvier 1840, qui a été vue jusqu'à Genève.

» Les aurores boréales sont incomparablement plus grandes, plus belles et plus compliquées à Sky que près d'Édimbourg. Là elles atteignent rarement le zénith; à Sky, au contraire, elles le dépassent presque constamment et occupent la plus grande partie du ciel.

» Celle du 3 septembre 1839 fut exclusivement confinée à la région méridionale du ciel : c'est la seule de ce genre que j'aie vue.

» Il est fréquemment arrivé, tant à Édimbourg qu'à Sky, qu'il y a eu de belles et grandes aurores boréales deux soirs consécutifs.

» Trois fois j'ai vu les aurores boréales commencer avant la nuit et leurs fuseaux de lumière vive et blanche se projeter sur la couleur jaune et orangée qui régnait encore au couchant. C'est à Sky les 4 septembre, 28 octobre 1839, et le 4 janvier 1840.

» Je n'ai jamais pu parvenir à entendre aucun bruit particulier, même pendant les aurores boréales les plus grandes et les plus vives, à Sky où régnait le plus grand calme et le plus profond silence. Cependant j'ai recueilli, dans les îles Shetland, de nombreux témoignages à cet égard, d'autant plus remarquables qu'ils étaient entièrement spontanés et nullement influencés par aucune question préalable de ma part.

» Des personnes de diverses conditions et états, et habitant des districts très éloignés dans ces îles, ont été unanimes à dire que, lorsque l'aurore boréale est forte, elle est accompagnée d'un bruit qu'ils ont tous également et unanimement comparé à celui d'un van lorsqu'on vanne le blé.

» Une des personnes chargées par le *Northern Light-houses Company* d'Édimbourg de faire, au phare de Sumburgh-head (à l'extrémité méridionale des Shetland), les observations métérologiques, et qui a, par conséquent, l'habitude d'observer correctement, m'a dit d'elle-même et sans y être provoquée, que ce bruit s'entendait toujours distinctement, et a même ajouté qu'elle l'avait entendu de l'intérieur d'une des chambres du phare dont les volets étaient fermés, et avait annoncé, d'après cela, qu'il devait y avoir une aurore boréale, ce qui s'était confirmé.

» Plusieurs fois les aurores boréales ont été accompagnées de gelée blanche, et le plus grand nombre d'entre elles ont été suivies par de grandes chutes de neige ou de pluie et par des coups de vent violents et des tempêtes. Ainsi, sous ce dernier rapport, mes observations tendent plutôt à confirmer l'opinion généralement admise en Écosse, que les aurores

boréales sont des avant-coureurs de mauvais temps ou de forts vents.

» J'avais entendu dire à M. J.-D. Forbes que les étoiles fixes, même les plus grandes, ne scintillaient jamais près d'Édimbourg si ce n'est lorsqu'il y avait une aurore boréale. Mes propres observations ont, en général, confirmé cette remarque. Il est vrai que les étoiles fixes ne scintillent pas dans ces parages, ou du moins ce n'a été que rarement que j'ai vu, à celles de première grandeur, une légère scintillation.

» A Sky, au contraire, toutes les étoiles fixes brillent et scintillent aussi vivement que dans les plus belles soirées de la France ou de la Suisse. Il en est de même dans le reste des Hébrides, dans les Orcades, les Shetland, sur toute la côte occidentale du nord de l'Écosse et dans toute la haute région ou *Highlands*. Or il est à remarquer que, dans toutes ces contrées, il n'y a pas de grandes villes, à peine des bourgs ou de grands villages, point de fabriques ou manufactures d'une grande étendue qui brûlent de la houille; la population très clairsemée de ces régions solitaires n'emploie comme combustible que de la tourbe ou du bois dont la fumée très légère se dissipe tout de suite et n'obscurcit pas l'atmosphère. Aussi, là le ciel est-il aussi pur que dans toute l'Europe continentale. Mais, au contraire, dans toute la basse Écosse et sur la côte orientale et nord-est de ce pays, où les villes, les grands villages, les manufactures abondent et où partout la houille est le combustible habituel; non-seulement les villes et leurs environs immédiats ont leur atmosphère obscurcie par une épaisse fumée que le vent chasse d'un côté ou de l'autre, mais jusque dans les campagnes les plus éloignées des villes on peut apercevoir que l'air est encore très brumeux dans toute saison, à cause de cette fumée de houille. Il en est ainsi dans toute l'Angleterre; et même, ayant assez souvent navigué sur la partie de la mer d'Allemagne qui baigne les côtes orientales des Iles Britanniques, j'ai toujours été frappé du peu de clarté de l'air, de son aspect brumeux dans ces parages. Rien ne m'a plus clairement démontrer que ce fait tenait à la fumée de la houille que de voir, depuis l'île d'Arran et surtout depuis les cimes de ses montagnes, pendant les plus beaux mois du printemps et du commencement de l'été 1839, pendant que Arran lui-même jouissait de l'air et du ciel le plus pur; de voir, dis-je, les côtes opposées des comtés d'Ayr et de Renfrew, constamment surmontées par une bande de brumes épaisses semblable à un long nuage gris s'élevant de 1 à $1\frac{1}{2}$ degré sur l'horizon. Il n'est donc pas étonnant que la scintillation des étoiles en soit affectée. Mais quelle influence a l'aurore boréale pour rétablir cette scintillation? C'est ce que j'ignore. »

PHYSIQUE TERRESTRE. — M. Arago présente à l'Académie un astrolabe en ivoire de 1541, appartenant à M. *Hubert*, architecte, sur lequel la pointe nord de l'aiguille aimantée est placée environ 7° à l'est du nord astronomique. M. Arago annonce qu'il discutera ce résultat dans une des prochaines séances.

PHYSIQUE DU GLOBE et GÉOLOGIE. — En présentant un Mémoire de M. Éd. Biot intitulé : *Recherches sur la température ancienne de la Chine*, M. *Arago* en a donné une courte analyse.

M. Éd. Biot a comparé pour une même zone de la Chine, dans les temps anciens et modernes, les plantes habituellement cultivées, l'époque de l'éducation des vers à soie, celle de l'arrivée et du départ des oiseaux voyageurs, et diverses circonstances météorologiques. La parfaite identité de ces phénomènes, aux deux époques, lui paraît indiquer avec beaucoup de probabilité, que la température de la zone qu'il a étudiée autour du 35ᵉ parallèle, n'a pas sensiblement varié depuis la plus haute antiquité. M. Biot a extrait ses données pour les temps modernes, principalement des relations des missionnaires et des voyageurs européens, et pour les temps anciens, des livres sacrés, le *Chi-king* et le *Chou-king*, d'un ancien calendrier des Hia, et d'un chapitre de l'ancien livre *Tcheou-chou*. Il a joint à son Mémoire la première traduction complète de ces anciens documents.

Un second Mémoire, du même auteur, intitulé : *Études sur les montagnes et les cavernes de la Chine, d'après les géographies chinoises*, présenté aussi par M. *Arago*, contient le relevé de divers faits nouveaux sur les fissures, les éboulements, la nature des montagnes chinoises. L'auteur espère que ces faits pourront attirer l'attention des géologues et des voyageurs.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Réclamation à l'occasion d'un Rapport sur* M. Deny de Curis, *concernant les mortiers hydrauliques ; par* M. Vicat.

« La Commission chargée par l'Académie de lui rendre compte d'une Note de M. Deny de Curis sur des mortiers hydrauliques à chaux grasse, a cité dans son Rapport, et en termes bienveillants dont je la remercie, l'autorité de mon expérience sur cette matière. Je prie aujourd'hui l'Académie de vouloir bien me faire l'honneur d'écouter quelques courtes explications sans lesquelles on pourrait, en prenant au pied de la lettre les ter-

mes du Rapport, croire : 1° que j'ai admis la possibilité de confectionner de bons mortiers avec de la chaux grasse et du sable seulement, en suivant certains procédés d'extinction; 2° que j'ai conseillé d'introduire de la chaux incomplétement cuite dans les mortiers.

» Ces inductions résultent en effet de la teneur du 3e paragraphe de la page 173 du *Compte rendu* du 18 janvier 1841 (n° 3).

» Or, dans toutes les Notes, dans tous les Mémoires que j'ai successivement publiés depuis vingt ans, j'ai dit expressément que je ne connaissais aucun procédé d'extinction, aucune manipulation particulière capables d'augmenter *notablement* la faible cohésion propre aux mortiers à chaux grasse et sables quarzeux.

» Dans le dernier de mes Mémoires, cité particulièrement dans le Rapport, je recommande, page 24, de rejeter les fragments de chaux incomplétement cuits, et j'explique pourquoi.

» Quant aux chaux limites mentionnées pour la première fois dans ce Mémoire, elles n'ont rien de commun avec les chaux grasses; les rectifications m'ont paru d'autant plus nécessaires, d'autant plus importantes, que s'il était vrai, comme le prétend M. Deny, qu'en employant un procédé d'extinction particulier, on pût, avec une chaux grasse quelconque et du sable, fabriquer de bons mortiers, il faudrait, dès à présent, donner à ce procédé la plus grande publicité possible, dût-on en payer le secret au *prix d'un million*, car ce sacrifice serait compensé au centuple par l'immense économie que l'emploi exclusif de la chaux grasse apporterait, *vu sa nature foisonnante*, à l'exécution future de tous les travaux publics. Une longue expérience a malheureusement démontré l'insuffisance des divers modes d'extinction et de fabrication préconisés, il y a soixante ans, par Loriot et Lafaye, modes dont le système de M. Deny n'est qu'une imitation. L'échantillon que cet architecte a soumis à l'examen de l'Académie, loin d'être un exemple concluant, me semble au contraire donner le secret du succès obtenu, si succès il y a. Cet échantillon, selon le Rapport, « a paru » réunir toutes les conditions et qualités d'un bon mortier fait avec de la chaux » grasse bien *fondue*, et des cailloux siliceux, etc.... Il a fait une forte effer» vescence avec l'acide nitrique étendu d'eau, etc. »

» Deux conséquences incontestables résultent de cet exposé, savoir : 1° que la chaux grasse employée était *bien cuite*, puisqu'elle a pu être *bien fondue*; donc elle ne contenait que peu ou point d'acide carbonique; 2° que la forte effervescence observée en traitant le mortier par un acide n'a pu provenir que d'un dégagement de gaz carbonique absorbé pendant les vingt-

neuf ans qui se sont écoulés depuis la confection de ce mortier jusqu'au moment de l'expérience. Or personne n'a jamais contesté que la régénération lente de la chaux grasse en carbonate ne dût rendre excellents les mortiers ordinaires ; mais ce que l'on a contesté à bon droit, puisque l'expérience l'infirme, c'est la possibilité de cette régénération *avant* un laps de temps de *deux* à *trois cents ans* pour des maçonneries d'une certaine épaisseur.

» Quant aux petites briques d'essai et aux masses de mortier d'un tout petit volume, il ne faut ni cent, ni même vingt-neuf ans pour les régénérer. John, de Berlin, a prouvé qu'en six mois on peut leur procurer la dureté de la pierre en les tenant constamment dans un milieu humide et saturé d'acide carbonique; mais ce sont là des artifices de laboratoire dont l'application en grand est évidemment impossible.

» Napoléon regrettait les sommes énormes employées aux maçonneries des fortifications (*Mémorial de Sainte-Hélène*), et ce n'était pas sans raison, puisqu'un mur d'escarpe construit en moellons avec du mortier à chaux grasse n'offre pas plus de résistance après vingt ans qu'après six mois. Si l'enceinte bastionnée destinée à défendre Paris ne devait être cimentée qu'avec de pareils mortiers, l'ennemi en aurait bon marché, sans recourir même aux pièces de gros calibre; mais si, comme on doit le présumer, l'emploi exclusif de la chaux hydraulique est une condition expresse du devis, si une surveillance active et éclairée empêche d'ailleurs toute fraude dans la qualité des fournitures, on peut compter que pour battre en brèche une portion quelconque de cette enceinte, non pas après vingt ans, mais après *trois ans* au plus, il faudra y lancer autant de boulets qu'il y aura de pierres. »

Remarques de M. **Héricart de Thury** *sur la Lettre précédente.*

« M. Héricart de Thury répond que tout en reconnaissant la nécessité de l'observation et de l'exécution des conditions exigées par M. Vicat pour la fabrication des bons mortiers ou ciments avec la *chaux maigre ou hydraulique*, la Commission croit devoir persister dans ses conclusions, quant à la bonne qualité des mortiers faits par M. Deny de Curis avec la *chaux grasse*, au moyen des précautions qu'il indique.

» En effet l'expérience et la pratique sont parfaitement d'accord, à cet égard. Ainsi à Paris, comme dans beaucoup de pays, où l'on n'a eu longtemps que de la chaux grasse, et où l'usage de la chaux hydraulique n'est

connu que depuis peu d'années seulement, il existe beaucoup d'antiques édifices et de monuments publics de différents âges, dont les mortiers faits *en chaux grasse*, présentent toutes les conditions des meilleurs ciments.

» A ce sujet la Commission croit devoir particulièrement citer à Paris, l'ancien aqueduc romain d'Arcueil, les voûtes du palais des Thermes, les ruines du cirque découvert dans l'ancienne vigne de l'abbaye Saint-Victor, lors de la construction des celliers de l'Entrepôt des vins; les fondations de Notre-Dame, celles du Palais de Justice et de l'ancien Châtelet, celles de la vieille église Sainte-Geneviève brûlée par les Normands en 980, et découvertes lors de la construction de la nouvelle façade du collége Henri IV; les ruines romaines reconnues à différentes époques dans les dépendances de la Chartreuse et de l'abbaye Saint-Germain-des-Prés, etc., etc., toutes constructions faites *en chaux grasse et sable* et présentant d'excellents ciments.

» Quant aux échantillons de mortier soumis par M. Deny de Curis à l'Académie, la Commission, en reconnaissant leur supériorité et leur excellente qualité, croit devoir également saisir cette occcasion pour réitérer ses regrets de ce que M. Deny n'a pas fait connaître l'origine de sa chaux, sa cuisson au bois ou à la houille, la date de la fabrication du mortier, les proportions de chaux et de sable, la quantité d'eau, les précautions prises dans l'opération, l'usage ou l'emploi auquel était destiné ce mortier, enfin tous les détails et toutes les circonstances qui auraient pu en mieux faire juger et apprécier la qualité. »

M. DE LAMARTINE, président de la Commission chargée par la Chambre des Députés de l'examen du projet de loi sur la propriété littéraire, demande à l'Académie si elle aurait des observations à faire à ce sujet.

MM. les membres du Bureau du *Congrès scientifique italien* annoncent que la troisième réunion s'ouvrira à Florence le 15 septembre prochain et durera jusqu'à la fin du mois.

MÉTÉOROLOGIE. — M. DÉMIDOFF envoie les observations météorologiques faites en *Nijné-Taguilsk*, pendant les mois de mai, d'août, de septembre et d'octobre 1840.

M. JOMARD adresse une Note sur les manuscrits de M. *Fourier*, qui étaient restés aux archives de la préfecture du département de l'Isère et dont il a

été question dans une des précédentes séances. Il résulte de cette Note, que les papiers, relatifs en général à l'expédition d'Égypte, ont été, pour la plupart, publiés, et que dans ce qui peut être inédit, il ne se trouve rien qui intéresse spécialement l'Académie des Sciences.

M. **Paulet**, de Genève, se plaint que sa généralisation d'un théorème de Fermat, ait été présentée officiellement à l'Académie avant d'avoir reçu l'approbation particulière d'un des membres de la section de Géométrie.

La lettre d'envoi de M. Paulet demandait, en effet, cet examen préalable. C'est par erreur que la présentation a été faite avant cette formalité.

PHYSIQUE DU GLOBE. — M. **Arago** met sous les yeux de l'Académie une roche détachée du continent austral découvert par M. d'Urville. Cette roche, dont M. Arago est redevable à M. *Coupvent-Desbois*, officier de l'expédition, est du granite rouge.

M. **Amussat** écrit relativement au traitement du bégaiement au moyen d'une opération chirurgicale. M. Amussat a pratiqué sur deux individus, âgés l'un de onze ans, et l'autre de quarante ans, la section des muscles génioglosses, et il annonce qu'il en est résulté pour tous les deux une amélioration très notable dans la prononciation. La seconde opération a été pratiquée le 14 février dernier, la première l'avait été à une époque antérieure. M. Amussat annonce qu'il a amené ces deux individus pour les soumettre à l'examen de MM. les membres de la section de Médecine et de Chirurgie. M. Amussat ajoute qu'il avait conçu l'idée de cette méthode de traitement comme une extension de celle qui a pour objet la guérison du strabisme, et que, quand il communiqua son projet à M. Philipps, qui paraissait y avoir également songé, personne à Paris ne savait qu'il en fût question en Allemagne.

M. **Espy** dépose une Note sur sa théorie des *orages*, Note écrite en anglais et portant pour titre : *Brief outline of the theory of storms.*

M. **Gendrin** écrit que de nombreux documents qu'il a recueillis dans le but de mettre mieux en évidence les effets de sa méthode de traitement dans les maladies saturnines, et qui devaient former un supplément à deux précédents Mémoires sur le même sujet déjà adressés pour le concours relatif aux arts insalubres, ne pourront être remis en temps utile à la Commission de l'Académie des Sciences, parce que l'Académie de Méde-

cine, qui avait été aussi appelée à se prononcer sur l'efficacité de la méthode ne s'est pas encore dessaisie de ces pièces. M. Gendrin demande que l'Académie des Sciences, prenant cette circonstance en considération, veuille bien proroger pour lui le terme d'admission.

Cette demande ne peut être admise; mais M. Gendrin est en droit de demander que son Mémoire soit réservé pour le concours de l'année suivante.

M. de Paravey écrit relativement à un abaissement considérable de température qui aurait eu lieu, depuis le commencement de l'ère chrétienne, dans la partie la plus septentrionale de l'Asie, et à l'empiétement rapide de ce continent sur la mer Glaciale. Le tout serait attesté par une foule de renseignements fournis par les livres chinois.

M. Gannal adresse, comme document pour servir aux travaux de la Commission de la gélatine, un article qui a paru sur ce sujet dans un journal quotidien.

M. Rivière adresse un paquet cacheté.

L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 5 heures. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 6, in-4°.

Société anatomique; 18e année, janvier 1841, in-8°.

Voyage dans l'Inde; par M. V. JACQUEMONT; 29e et 30e liv., in-4°.

Atlas des Phénomènes célestes; par M. CH. DIEN; in-4°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; janvier 1841, in-8°.

Mémoire de Physique générale; par M. DE TESSAN; in-8°.

Études sur les Montagnes et les Cavernes de la Chine, d'après les géographies chinoises; par M. ÉD. BIOT; in-8°.

Recherches sur la température ancienne de la Chine; par le même, in-8°.

Recherches sur quelques phénomènes du Magnétisme; par M. DE HALDAT; Nancy, in-8°.

Théorie et construction de la Charrue; par M. LEFEBVRE DES ALLAYS; in-8°.

Revue des Spécialités et des Innovations médicales et chirurgicales; janvier 1841, in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; février 1841, in-8°.

Journal de l'Institut historique; janvier 1841, in-8°.

Proceedings... *Procès-Verbaux de la Société royale de Londres;* n° 45, 19 à 30 novembre 1840, in-8°.

The London.... *Journal des Sciences et Magasin philosophique de Londres, d'Édimbourg et Dublin;* février 1841, in-8°.

Catalogues.... *Catalogues de Manuscrits sur différents sujets et de Lettres manuscrites en la possession de la Société royale de Londres;* 1840, in-8°.

Experimental.... *Recherches expérimentales sur la force des Piliers de fer fondu; par* M. EATON HODGKINSON. (Extrait des *Transactions philosophiques*, part. II, 1840.) In-4°.

The royal.... *Liste des membres de la Société royale de Londres, pour* 1840; in-4°.

Astronomische.... *Nouvelles astronomiques de* M. Schumacher; n° 414; in-4°.

Journal fur.... *Journal de Mathématiques pures et appliquées; par* M. Crelle; Berlin, 1840, 21 vol., liv. 1—4, in-4°.

Atti.... *Actes de la Société royale des Sciences de Naples;* vol. 3 et 4, in-4°.

Note.... *Note sur la Météorologie, lue par* M. Monticelli *à l'Académie royale des Sciences de Naples le* 13 *mars* 1832; Naples; in-4°.

Memoria.... *Mémoire sur une Éruption du Vésuve, lu à la même Académie par le même auteur le* 19 *août* 1827; Naples; in-4°.

Annali.... *Annales civiles du Royaume des Deux-Siciles;* vol. 23, mai, juin, juillet et août 1840, in-4°.

Raccolta... *Recueil de Problèmes de Géométrie résolus par l'analyse algébrique; par* M. F. Padula; Naples, 1838; in-4°.

Su i Solidi.... *Sur les Solides chargés verticalement et sur les Solides d'égales résistances; par* le même; Naples, 1837, in-4°.

Riposta.... *Réponse au Programme concernant la comparaison des méthodes pour l'Invention géométrique et leur perfectionnement; par* le même; Naples, 1839, in-4°.

Gazette médicale de Paris; n° 7.

Gazette des Hôpitaux; n° 19—21.

L'Expérience; n° 189.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 FÉVRIER 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *Remarques scientifiques, à l'occasion de la lettre de* M. Boucherie *insérée au dernier numéro du* Compte rendu; *par* M. **Biot**.

« Il y a, dans les sciences physiques, deux genres de travaux qui ont chacun leur but propre et leur mérite spécial. Le premier consiste dans la découverte des principes et des méthodes; le second, dans la recherche des applications. La société qui profite immédiatement de ces dernières les accueille et les récompense avec une faveur proportionnée à leur utilité actuelle. Mais, pour l'avancement ultérieur des sciences, et de leurs applications mêmes, il y a autant d'intérêt que de justice à signaler aussi les découvertes abstraites, de faits ou de principes, qui ont été le germe de si heureux résultats. Car la manifestation de ces rapports peut réagir avantageusement sur la science même; soit en confirmant la vérité des principes qu'elle avait établis, soit en leur donnant plus de sûreté ou d'extension;

et enfin, les applications peuvent en recevoir aussi de nouvelles lumières, qui indiquent les circonstances favorables ou défavorables à leur succès.

» Si l'on considère, sous ce point de vue, les belles expériences de M. Boucherie sur l'injection des liquides dans les tiges ligneuses, par l'aspiration naturelle, on en voit l'origine dans les découvertes de Hales sur l'ascension des liquides dans les végétaux herbacés ou ligneux, par le double pouvoir de succion propre à leurs racines, et d'exhalation, ou d'évaporation, propre à leur appareil foliacé. Hales a non-seulement constaté l'existence de ces deux forces, il en a mesuré séparément l'énergie et les effets. Il a fait monter ainsi, dans des tiges ligneuses, sous l'influence aspiratrice de leurs feuilles, non-seulement de l'eau pure, mais de l'alcool camphré, et d'autres liqueurs parfumées, qui ont imprégné le bois de leur odeur, comme M. Boucherie le veut faire, sans pouvoir pénétrer dans les fruits (1). Plus tard un autre expérimentateur, de la Baïsse, de Bordeaux, injecta, par l'absorption naturelle, des tiges herbacées ainsi que ligneuses, avec le suc rouge du *Phytolaca decandra;* dont l'ascension, ainsi opérée spontanément, atteint parfois, en quelques minutes, les extrémités les plus déliées des feuilles, et des pétales des fleurs, où son arrivée devient sensible par l'apparition de la matière colorante qui s'y dépose, à mesure que l'eau dissolvante s'évapore ou s'exhale par ces organes (2). Ce qui me parait propre à M. Boucherie, c'est d'avoir songé à utiliser le principe reconnu de ces faits, pour porter, dans l'intérieur des tiges ligneuses, des agents chimiques qui leur donnassent artificiellement des qualités spécialement utiles; qui pussent modifier leur dureté, leur élasticité; les rendre moins combustibles, et moins aisément attaquables, soit par les agents chimiques, soit par les insectes qui les dévorent. Il a fallu beaucoup d'essais judicieusement con-

---

(1) Hales, *Statique des végétaux*, expérience XII, traduite par Sigaud de la Fond. Paris, 1779, 2e édition, page 34.

(2) De la Baïsse, *Dissertation sur la circulation de la sève dans les plantes, Recueil des Dissertations couronnées par l'Académie de Bordeaux,* tome IV. Bordeaux, 1733. J'ai répété les expériences de la Baïsse sur l'absorption spontanée du suc de Phytolaca par un assez grand nombre de plantes; je pourrai quelque jour en présenter les résultats comparés. Pour le moment, je me bornerai à en mentionner une où le suc a pénétré dans les fruits. Elle a été faite sur l'espèce de chèvrefeuille appelée le *Symphoricarpos*, qui produit, comme on sait, des baies d'un blanc de cire. Deux brins de cet arbuste, avec leurs baies blanches, ont été plongés le 27 septembre 1836, par leur section inférieure, dans du suc de Phytolaca extrait par simple pression, mais préalablement filtré à travers un

duits, pour découvrir des liquides dont la nature fût telle qu'en produisant les effets chimiques ou physiques desirés, ils n'altérassent pas néanmoins le tissu des canaux naturels assez rapidement pour mettre eux-mêmes obstacle à la continuité de leur propre transport, et de leur aspiration complète. C'est là une belle application, dont les résultats sont déjà pleins d'intérêt pour la science même, indépendamment de l'utilité industrielle, que leur réalisation pratique pourra seule faire apprécier (1).

» Mais déjà, en vertu de cette mutuelle réaction que j'indiquais tout-à-l'heure, la science théorique et abstraite peut venir ici au secours de l'application, pour définir nettement les circonstances dans lesquelles elle doit s'effectuer, et pour assigner la limite de ses résultats réalisables. M. Boucherie a reconnu que l'absorption ascensionnelle de ses liquides ne peut avoir lieu qu'en certains temps de l'année, et, dit-il, pendant que les arbres sont *en sève*. Cette spécification me semble ne pas rapporter le phénomène à sa cause mécanique véritable, et le définir par un caractère qui lui est étranger. Ce que l'on appelle l'*état de sève*, dans le langage habituel, c'est cette condition des arbres qui en laisse écouler un liquide intérieur par la térébration, ou qui permet de détacher aisément leur écorce, dont la surface interne se trouve alors lubréfiée par un suc particulier, nommé le *cambium*. Or ces deux résultats, dans le même arbre, sont produits par des causes très distinctes, quoiqu'ils puissent, dans certains cas, se trouver réalisés simultanément; et la manifestation de l'un ou de l'autre ne serait pas toujours un indice d'aptitude actuelle à l'aspiration des liquides par le tige seule, séparée des racines, comme cela est nécessaire pour le premier mode d'expérience de M. Boucherie. L'écoulement obtenu par la térébration, indique seulement un état de turgescence de l'arbre,

---

papier. Après trois heures et demie, la plus petite des baies, placée à l'extrémité d'un des rameaux, a commencé à montrer quatre ou cinq lignes roses partant de l'ombilic du fruit, et le divisant par côtes, mais non pas d'une manière régulière. Une baie plus grosse, voisine de cette première, s'est teinte plus lentement, plus faiblement, sur deux cercles parallèles entre eux et dont l'un était dans la section équatoriale du fruit. De sorte que, pour celle-ci, le maximum de coloration n'a pas eu lieu comme dans l'autre, autour de l'ombilic. Le second rameau portait une baie beaucoup plus grosse que les deux autres. La coloration en rose n'y a été observée que le lendemain; et elle était distribuée sur trois ou quatre sections méridiennes, comme dans la plus petite de l'autre rameau.

(1) Je ferai remarquer qu'ici je considère uniquement l'idée scientifique en elle-même, sans me rendre juge des questions de priorité qui pourraient s'élever sur sa conception.

dans lequel la sève, poussée de bas en haut par les racines, ou antérieurement accumulée par leur action, se trouve en trop grande abondance pour pouvoir être retenue à l'intérieur par l'aspiration des organes évaporatoires, jointe à la faculté hygroscopique du tissu ligneux. Ce phénomène de turgescence, qui arrive accidentellement dans tous les temps de l'année, quoique plus spécialement à certaines époques pour chaque espèce d'arbre, n'est pas du tout un caractère de force actuelle de l'appareil évaporatoire et aspirateur. Il indique au contraire sa faiblesse relative; et aussi des arbres qui ne laissent pas, ou presque jamais, écouler de sève au dehors, sont parfaitement aptes à s'injecter par aspiration dans certains temps de l'année, comme le prouvent les expériences de M. Boucherie. Le facile enlèvement de l'écorce n'est pas non plus un indice nécessairement lié à la force ascensionnelle. Car le suc lubréfiant qui la sépare alors de l'aubier, n'est pas amené par une aspiration ascendante. Il est au contraire fabriqué sous l'écorce avec des principes aspirés du centre; ou bien il est secrété par les feuilles, d'où il redescend extérieurement le long des tiges, pour former ou alimenter la couche ligneuse nouvelle. Du moins, dans les arbres où l'on a pu étudier ses caractères optiques, comme le bouleau et le sycomore, le sucre qu'il contient est le même que celui des feuilles, et inverse de celui de la sève ascendante. Ne pouvant donc compter sur ces indications indirectes de la force aspiratrice, ce serait une curieuse et utile question à résoudre que de chercher des caractères spéciaux qui marquent le temps de l'année où l'appareil évaporatoire de chaque espèce d'arbre opère avec sa plus grande activité. Cette détermination si essentielle au succès constant des expériences de M. Boucherie, doit avoir fortement attiré son attention. Mais, à juger d'après les extraits déjà publiés de son travail, et d'après le rapport qui en a été fait à l'Académie, la condition physiologique dont il s'agit ne serait pas encore nettement fixée. Car, dans le rapport, comme dans les dernières communications de M. Boucherie, il est spécifié que l'arbre à injecter doit être *en pleine sève*. Et d'une autre part, dans le premier extrait inséré aux *Comptes rendus*, l'automne est indiquée comme l'époque où la force aspiratrice est généralement la plus énergique. Si je signale ces incertitudes, c'est seulement pour marquer avec précision ce qui est fait et ce qui reste à faire. Elles ne surprendront nullement les personnes qui ont eu l'occasion d'effectuer elles-mêmes des expériences sur le mouvement intestin du liquide séveux dans de grands arbres. Rien n'égale la diversité capricieuse de ses oscillations, entre ces trois espèces de forces, l'action impulsive des racines,

l'énergie actuelle d'exhalation de l'appareil évaporatoire modifiée par les radiations chimiques qui accompagnent la lumière, et l'avidité hygroscopique du tissu ligneux, modifiée aussi par la température ambiante. J'ai fait abattre, au milieu de novembre 1833, une avenue contenant trente-cinq gros peupliers d'Italie, tous venus ainsi dans un même terrain. Sur ces trente-cinq, deux seulement étaient dans un état de pléthore, qui leur faisait rendre de la sève par la section inférieure de leur tronc; et l'un des deux présentait tous ces phénomènes d'ascension et d'émission d'air que Coulomb a décrits. Les trente-trois autres paraissaient absolument déchargés d'eau excédante, et apparemment préparés à l'état d'hybernation. Je remarquai à cette occasion, comme M. de Mirbel, que l'air émis ne sortait pas seulement par l'axe de l'arbre, mais aussi par divers points des surfaces mouillées (1); et je constatai que ce n'était pas de l'acide carbonique. Au moment de l'expérience, un petit thermomètre très sensible marquait dans l'intérieur du tronc + 6° de Réaumur, et à l'air ambiant seulement + 5°. D'après beaucoup d'autres observations, je suis porté à croire que la contraction opérée dans le corps de l'arbre, et l'impression produite sur ses organes évaporatoires par cet abaissement relatif de la température, se sont combinées avec les circonstances individuelles, pour déterminer l'état de pléthore où il se trouvait.

» De pareilles variétés d'état et de faculté absorbante, ont dû souvent se rencontrer dans les expériences de M. Boucherie; et le besoin de s'y soustraire a pu lui faire tenter d'opérer l'injection de ses bois par un procédé d'un succès moins variable, celui de l'introduction par filtration verticale, qu'il annonce lui avoir parfaitement réussi. En effet, d'après les principes établis plus haut, l'arbre séparé des racines qui constituent son appareil inférieur d'injection, et dépouillé aussi de ses organes évaporatoires supérieurs, n'est plus qu'un tissu hygroscopique percé longitudinalement de canaux plus ou moins déliés, qui communiquent aussi entre eux par des fissures accidentelles, ou par des canaux plus fins encore. De sorte que, tout ce système capillaire étant une fois complétement rempli de liquides capables de s'y infiltrer, si on le dispose verticalement, chaque goutte nouvelle ajoutée à la section supérieure en chasse aussitôt une équivalente de la surface inférieure, par l'accroissement de pression qu'elle exerce; préci-

(1) *Exposition de la théorie de l'organisation végétale*, par M. de Mirbel, 2e édition; *Mémoire sur la marche des fluides dans le végétal*, page 281.

sément comme cela arrive dans un filtre de charbon animal en grains, quand il est une fois hygroscopiquement saturé du liquide que l'on y veut filtrer. Il y a même une complète identité entre les phénomènes d'écoulement produits par un tel filtre et par le bloc ligneux, soit dans le sens direct, soit dans le sens latéral, par filtration ou par térébration, et sous l'influence de températures constantes ou variables, pour les liquides que l'un et l'autre admettent. J'avais établi cette analogie dès 1833 par des expériences faites sur des portions de branches ou de racines, comme aussi sur de gros cylindres de bois extraits du corps de différents arbres. Je l'ai exposée dans deux Mémoires lus à l'Académie, le 11 novembre 1833, et le 10 février 1834; ils ont été publiés tous deux dans le journal *l'Institut*, t. Ier, p. 229, et t. II, p. 66. On y voit même une figure qui représente le procédé de la filtration appliqué à un bloc de bois muni d'un appareil latéral de déversement. Ce fut, je crois, à l'occasion de ce dernier Mémoire que je reproduisis devant l'Académie le phénomène de la filtration instantanée à travers un gros cylindre de bois de bouleau, en fondant sur ce principe même la construction d'un appareil à double effet, propre à recueillir la sève des arbres par térébration latérale, soit lorsqu'elle monte, soit lorsqu'elle redescend accidentellement.

» Dans la lettre que M. Boucherie vient d'écrire à l'Académie, sur ce second mode de ses opérations, il veut bien dire que *j'aurais été amené par mes expériences à découvrir ce procédé avant lui, si je me fusse occupé de la même question*. C'est m'accorder trop ou trop peu. M. Boucherie m'accorde plus qu'il ne m'est dû, s'il entend que j'aurais pu être conduit à l'application industrielle du procédé de la filtration verticale, pour donner aux bois de nouvelles propriétés physiques. Non-seulement cette idée ne m'est pas venue; mais si elle s'était présentée à mon esprit, je me serais borné à l'indiquer, sans entreprendre de la suivre, la jugeant trop étrangère à mes études et à mes goûts. Quant à la notion scientifique du procédé, et à sa réalisation expérimentale, si c'est la possibilité éventuelle seulement d'y parvenir que M. Boucherie m'accorde, je crois pouvoir légitimement dire qu'il me fait une part trop restreinte. Car je ne puis trouver que, sous ces deux rapports, il ait rien ajouté à ce que j'avais publié en 1833 et 1834, dans les Mémoires cités plus haut. Il me semble même être resté en-deçà de ce travail, dans les interprétations qu'il donne des résultats qu'il a obtenus par la filtration; et je dois penser que ces deux publications lui ont été inconnues.

» Il annonce, par exemple, qu'il extrait ainsi la sève des arbres filtrés.

Or, le produit qu'il obtient n'est évidemment pas la sève même; mais une solution complexe, formée par le liquide introduit, laquelle contient ce qui reste de cette sève à l'état liquide, plus tous les corps solubles qui ont été poussés dans l'arbre par les racines, ou qui ont été formés et accumulés par la vie végétale dans les canaux parcourus par le dissolvant. Je me suis assuré, par exemple, que de gros cylindres de bois de bouleau ou de sycômore abandonnent ainsi en solution la même espèce de sucre qui est propre à leur sève ascendante; mais avec cette différence, que ce sucre paraîtrait avoir été secrété par l'action vitale, et reporté du haut en bas pendant l'été dans le tissu ligneux (1). M. Boucherie a reconnu aussi que les produits filtrés ne sont pas identiques dans un même arbre à diverses distances de l'axe central, comme aussi à diverses élévations. Mais je lui avais indiqué d'avance le premier de ces deux résultats; et le second est une conséquence de la composition différente de la sève du même arbre à diverses hauteurs, pour une même époque, phénomène d'abord constaté par Knight, sur la seule comparaison des densités, et confirmé depuis par les caractères optiques, lesquels ont montré en outre que, dans un même arbre, et à une même époque, la sève directement poussée en haut par les racines est généralement différente de celle qui reflue du haut vers le bas, en vertu d'une pléthore accidentelle de la tige et des branches. Cela même est quelquefois évident au seul aspect. Car, par exemple, dans un noyer noir du Jardin des Plantes, auquel on avait appliqué un appareil à double effet, on a vu constamment l'une des deux sèves teinte en jaune, tandis que l'autre était incolore; et, autant que je puis me le rappeler,

---

(1) J'infère cette vraisemblance d'une expérience de filtration que je fis comparativement sur deux blocs égaux de sycomore, pris à d'égales hauteurs dans deux arbres, dont l'un avait été coupé et abattu le 17 mai 1833, à l'époque où le cambium est le plus développé, au lieu que l'autre l'avait été le 22 novembre de la même année, après avoir achevé le cercle complet de sa vie annuelle. Or, en comparant par les caractères optiques, les quantités de sucre extraites de ces deux blocs, par la filtration de l'eau, poussée jusqu'à un complet épuisement, le bloc qui avait vécu tout l'été a donné presque deux fois autant ($\frac{15}{8}$), que le bloc qui avait été coupé à l'époque du cambium. Quoique cette disproportion ne me laisse aucun doute sur la réalité du résultat, je craindrais de le généraliser, n'ayant fait l'expérience qu'une fois sur ces deux individus; et aussi je ne présente la conséquence qne comme une induction qu'il serait intéressant de vérifier. (Je ferai remarquer qu'elle se concilie très bien avec l'existence des canaux descendants formés pendant l'été, phénomène qui a été annoncé par M. Gaudichaud dans cette séance même. *Voyez* plus bas le *Compte rendu,* page 369.)

contrairement à ce que l'on aurait pu attendre, c'était la sève ascendante inférieure qui était colorée et la supérieure descendante qui était incolore. Du moins je le trouve ainsi noté dans les cahiers d'expériences où je consignai alors leurs pouvoirs rotatoires séparément observés.

» Enfin l'immense quantité de sève que M. Boucherie annonce avoir retirée de ses arbres, par filtration, n'a rien qui doive surprendre; puisque, outre la sève réelle, effectivement présente dans les tiges, le liquide transmis contient toujours une proportion plus ou moins considérable du dissolvant qui a été introduit pour l'expulser; de sorte que le volume total du mélange filtré peut être accru indéfiniment. Et même, en arrêtant l'opération quand le liquide filtré devient identique au liquide introduit, comme M. Boucherie le recommande, on doit recueillir encore un volume mélangé bien plus considérable que celui de la sève réelle.

» L'Académie voudra bien penser qu'en présentant ces remarques sur les expériences de M. Boucherie, je n'ai pas eu l'intention d'atténuer leur mérite. En les rattachant aux notions de Physique végétale déjà établies antérieurement, j'ai voulu montrer ce qu'elles peuvent en recevoir de perfectionnement ultérieur, et aussi ce qu'elles peuvent y ajouter de certitude ou d'extension. Tous les jours, les applications en grand des sciences chimiques viennent nous révéler des réactions que les expériences de laboratoire, ou les théories abstraites n'avaient pas fait soupçonner; et réciproquement elles reçoivent de ces expériences et de ces théories, des lumières qui servent à les étendre ou à rendre leur succès plus certain. En considérant le tissu ligneux, comme un moule naturel, propre à être transformé par injection en un corps nouveau, doué de qualités spéciales pour les usages pratiques, M. Boucherie a conçu une idée très utile et très belle, mais bien plus difficilement réalisable que les opérations purement chimiques, parce qu'elle s'applique à des systèmes organisés. Il n'est donc que plus nécessaire de faire concourir à son succès toutes les données que la physiologie végétale peut fournir, sur la constitution de ces systèmes, et sur leurs actions mécaniques dans l'état de vie; et il n'est pas moins essentiel de signaler dans les résultats obtenus, tout ce qui peut éclairer ou accroître les notions que la science s'en était formées. Les expériences de M. Boucherie, fournissent déjà à la physique moléculaire des données extrêmement précieuses sur les conditions d'élasticité, de dureté, de rigidité des systèmes ligneux. Elles éclaireront la physiologie végétale, sur la constitution et le lieu des réservoirs, où s'élaborent les sécrétions spéciales, que l'on appelle *les sucs propres* de chaque individu. Car, selon que le liquide injecté par la

filtration ou l'aspiration, pourra ou ne pourra pas les dissoudre dans son trajet longitudinal, on saura avec certitude s'ils sont en communication avec les canaux dans lesquels la sève coule, ou s'ils en sont complétement isolés, et séparés par des cloisons imperméables. Cette extension générale, ou cette limitation du pouvoir dissolvant exercé par le liquide injecté, aura aussi de grandes conséquences sur la propagation plus ou moins complète et générale des qualités artificielles qui peuvent être données ainsi aux tissus ligneux. Mais ce dernier résultat portant sur les applications industrielles des tissus modifiés, sa discussion entrerait dans un ordre d'idées différent de celui auquel je dois me restreindre. Je terminerai ces remarques purement scientifiques, en rapportant ici, en note, quelques expériences, non encore publiées, sur les réactions simultanées de la force d'injection inférieure, et de l'exhalation par les organes évaporatoires, dans de grands arbres. Elles s'accordent en tout point avec les observations de Hales, de M. Mirbel et de M. Chevreul. Mais l'application des caractères optiques à l'étude des liquides transportés, et des produits sucrés déposés dans le bois par la sève, y ajoute quelques particularités qui ne sont peut-être pas sans intérêt.

Expérience sur la persistance vitale de la force de succion et d'injection, propre aux racines des arbres.

» Le 16 février 1833, je fis couper à 1 mètre au-dessus du sol un grand bouleau, dans lequel j'avais fait insérer, depuis le 4 du même mois, un appareil de térébration qui n'avait produit aucun écoulement. En examinant la surface de la section qui était restée en communication avec les racines, je remarquai qu'elle se recouvrait promptement de petites gouttelettes liquides. Je fis alors pratiquer, à 2 décimètres au-dessus du sol, une nouvelle ouverture à laquelle j'adaptai un appareil qui ne tarda pas à recevoir du liquide séveux. Un appareil semblable, inséré dans le milieu de la tige séparée du tronc, et couchée par terre, resta toujours absolument sec.

» L'ascension de la sève dans le tronc, et son écoulement latéral, continuèrent ainsi de s'opérer en abondance, sous la seule influence des racines de l'arbre, jusqu'aux premiers jours de mai. Cette sève contint, jusqu'au dernier moment, du sucre exerçant la déviation vers la gauche comme celle des bouleaux non coupés; et, de même encore, la proportion de ce sucre, ainsi que la densité du liquide, allèrent toujours en diminuant, comme le montrent les déterminations suivantes qui furent prises à différents jours dans cet intervalle.

DATES.	DENSITÉS OBSERVÉES.
Février 18	1,00536 déviation vers la gauche
20	1,00412
26	1,00428
Mars 4	1,00370
6	1,00357
16	1,00391
Mai 5	.... déviation insensible.

» A la fin de mars la proportion de sucre était encore sensible par les caractères de la polarisation et de la fermentescibilité ; mais on ne pouvait plus en obtenir de mesures absolues, parce qu'il devenait impossible de préserver le liquide des fourmis et des autres petits insectes qui envahissaient l'appareil. C'est pourquoi on cessa de prendre les densités. Le 12 mai, je remarquai avec surprise que, depuis quelques jours, il ne s'opérait plus aucun écoulement séveux. En outre, une matière gluante, d'apparence gommeuse ou résineuse, suintait par la tête du tronc coupé. En examinant avec soin la surface de ce tronc jusque alors parfaitement lisse, je vis qu'il s'y était développé trois petits bourgeons adventifs, qui vraisemblablement aspiraient toute la matière liquide de la sève ascendante, et modifiaient la portion sécrétée sur la tête du tronc. Néanmoins leur pouvoir ne fut pas assez énergique pour empêcher une reprise d'écoulement latéral qui eut lieu encore le 14 mai, par l'effet de quelque circonstance favorable que je ne pus saisir. Mais ce fut le dernier indice de ce phénomène. Les bourgeons se développèrent avec rapidité, poussèrent du bois et des feuilles ; puis, malheureusement, ils périrent pendant l'hiver avec le tronc lui-même, et je dus renoncer à l'espérance que je m'étais formée d'analyser leurs produits ultérieurs. Cette persistance d'action impulsive propre aux racines est conforme à une observation de M. de Mirbel, qui a vu un tronc d'orme, dont il avait coupé la tige, produire un écoulement de sève ascendante pendant plusieurs semaines. Et la cessation de l'écoulement latéral après l'apparition des bourgeons adventifs, s'accorde aussi avec ce que ce même savant a observé avec M. Chevreul, sur les tiges de la vigne, dont ils ont vu la sécrétion de sève, si abondante, cesser tout-à-coup au développement du moindre bourgeon.

» Pour constater l'état naturel de la sève du bouleau à l'époque avancée du printemps où la sécrétion du tronc isolé avait disparu, j'ai fait couper, le 13 mai, à 1 mètre du sol, un grand bouleau bien chargé de feuilles. La surface de section du tronc paraissait parfaitement séchée dans les parties centrales, et humide seulement sous l'écorce, ainsi que dans les couches les plus externes de l'aubier. C'était l'époque de l'année où le cambium se sécrète, et j'avais pris ce temps pour pouvoir le recueillir sur la surface externe de la tige après l'avoir écorcée ; ce qui me donna du sucre de même espèce que les feuilles, et inverse de celui de la sève ascendante du printemps. Mais la sécheresse de la section du tronc venait seulement de l'aspiration énergique que l'appareil foliacé, et peut-être aussi la surface intérieure de l'écorce, exerçaient alors. Car, après que le tronc se trouva isolé, il versa abondamment de la sève, dans un appareil latéral qui y fut

introduit. Cette sève, parfaitement limpide et incolore, n'offrait aucun indice d'acidité. Elle ne montrait pas non plus la moindre trace de pouvoir rotatoire, même après avoir été concentrée par l'ébullition; et elle n'était nullement fermentescible. Ainsi elle ne portait plus dans l'arbre de principe sucré; mais aussi les feuilles en fabriquaient par leur propre action. Un tronc de sycomore coupé de même, et séparé de sa tige à l'époque où le cambium était développé, n'a pas laissé échapper une seule goutte de sève ascendante, dans un appareil qu'on y avait inséré par térébration. Mais aussi il a développé très promptement des bourgeons adventifs; et peut-être la surface interne de son écorce, qui était d'un vert vif, exerçait-elle par elle-même le même genre d'action absorbante.

Expériences qui montrent l'inégalité de turgescence d'un même arbre à diverses élévations.

» Le 28 février 1833, je fis insérer dans la tige d'un très grand bouleau, à 6 mètres au-dessus du sol, un appareil propre à recueillir la sève ascendante, afin de savoir si elle s'était déjà élevée jusqu'à cette hauteur assez abondamment pour être soutirée au-dehors par la térébration. L'appareil, que je désignerai par B, resta complétement sec. Alors, le 1er mars, je fis découvrir une grosse racine, qui avait 70 millimètres de diamètre à 1 mètre du tronc, et j'y insérai un appareil semblable, que j'appellerai A. La sève s'y épancha aussitôt avec abondance, et elle continua ainsi à couler énergiquement jusqu'au 9 avril, où je cessai de la suivre. Ce fut alors que l'appareil placé à 6 mètres de hauteur commença à recevoir de la sève pour la première fois. Elle était sucrée, même au goût, et fermentescible comme la sève inférieure; les caractères optiques indiquaient un sucre à rotation vers la gauche, ce qui est une propriété constante de la sève ascendante du bouleau. Je joins ici le progrès des densités observées.

DATES.	DENSITÉS DE LA SÈVE émise par la racine.
1833. Mars 1 (trou A dans la racine)...	1,00386 déviation et fermentescibilité observées.
5........................	1,00418
6........................	1,00422
7........................	1,00367
15........................	1,00338 déviation et fermentescibilité constatées.
16........................	1,00327
Avril 9 (trou B à 6^{m} de hauteur.)	1,00270 déviation et fermentescibilité observées.

» Cette expérience prouve que, jusqu'au 9 avril, le tissu ligneux, à 6 mètres de hauteur, n'a pas été sursaturé de sève, tandis que le tissu de la racine l'était constamment.

» L'expérience suivante rendra encore plus évidente cette marche progressive de la saturation hygroscopique. Celle-ci a été faite sur cinq appareils insérés à différentes hauteurs dans un même bouleau, avec les relations de position ici exprimées.

DÉSIGNATION DE L'APPAREIL.	CONTOUR DE L'ARBRE au point d'insertion.	ÉLÉVATION au-dessus du sol.
A } percés le 11 février	1m,05	0m,2
B } percés le 11 février	0 ,91	1 ,0
C } percés le 11 février	0 ,75	3 ,0
D } percés le 11 février	0 ,75	5 ,0
E percé le 14 mars.	.....	supérieure, non mesurée.

Pesanteurs spécifiques et caractères des sèves émises à diverses époques par les cinq orifices ci-dessus spécifiés.

DATES DE L'ÉMISSION.	A	B	C	D	E	REMARQUES DIVERSES.
1833. Février 18	1,00471					
20	1,00420					
23	1,00386					
24	non observée	1,00442	....	....	....	1re émission de l'orifice B; jusque-là A seul donne.
26	1,00354	1,00370				
Mars 1	....	....	1,00389	....	....	1re émission de C; très abondante. A et B ont très peu donné.
4	....	....	....	....	....	1re émission de D; A et B très faibles, C toujours très abondant.
5	....	1,00322	1,00354	1,00399	....	
5 ½	1,00222					
7	....	1,00333	1,00399	1,00386	....	A et B très faibles.
15	....	....	....	....	1,00394	1re émission de E, la seule qui ait eu lieu.
16	....	1,00391	1,00399	....	....	A très faible; D et E nuls; reprise des autres.

» Toutes ces sèves contenaient du sucre fermentescible exerçant la rotation vers la gauche. En comparant celles qui ont été recueillies simultanément, on voit que la plus jeune d'émission s'est toujours montrée la plus pesante. Elle était aussi plus riche en sucre qu'à toute autre époque, pour un même orifice. En outre, dans les sécrétions simultanées, l'accroissement des densités est à peu de chose près proportionnel aux différences des hauteurs au-dessus du sol. Le même ordre d'accroissement progressif des densités a lieu aussi, en général, dans les sécrétions séveuses des noyers, comme Knight

l'avait reconnu, et comme je l'ai constaté après lui, en y ajoutant que l'accroissement de la densité, résulte d'un accroissement de matière saccharine. Cela porterait à penser que la sève, en s'élevant, trouve et dissout du sucre déposé dans le tissu à la fin de l'année précédente; et en effet on extrait ces mêmes sucres des bois de bouleau, de noyer, de sycomore, par l'ébullition, ou la filtration, même lorsqu'ils semblent le plus complétement dépouillés de sève liquide, au moins apparente. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Note de* M. GAUDICHAUD, *relativement à quelques points de la dernière communication de M. le docteur* Boucherie, *sur la vascularité des végétaux.*

« Dans un Mémoire présenté à l'Institut en 1835, et qui, cette même année, a partagé le prix de Physiologie expérimentale fondé par feu de Montyon, j'ai établi qu'il y a dans les végétaux deux systèmes de développement, un système ascendant, qui forme l'accroissement en hauteur des tiges, et un système descendant qui, avec le rayonnement médullaire, forme leur accroissement en diamètre, ainsi que l'accroissement en largeur des couches.

» Dans ce Mémoire, qui est imprimé aujourd'hui, et qui va paraître d'ici à huit ou dix jours, j'ai nommé *nerveux* et *fibreux mérithalliens,* les vaisseaux primitifs ou du système ascendant des tiges, c'est-à-dire ceux qui forment, d'une part, le canal médullaire, et de l'autre, les fibres de l'écorce. J'ai nommé *vaisseaux tubuleux* ceux du système descendant, parce que j'ai reconnu que ces derniers vaisseaux, qui se forment pièce à pièce, cellule par cellule, et de haut en bas, finissent, au bout d'un certain temps, par constituer de véritables tubes qui vont du sommet des tiges jusqu'à la base des racines, sans presque éprouver d'altération dans leur composition organique.

» Cette vérité une fois établie par l'anatomie directe, j'ai cherché les moyens qui pouvaient le mieux la démontrer, et au nombre de ces moyens, se trouvent surtout des injections de liquides colorés; liquides que je fis facilement passer des racines dans les tiges, des tiges dans les rameaux, et des rameaux principaux dans les rameaux secondaires; puis, par opposition, des rameaux dans les tiges, et des tiges dans les racines.

» Au nombre des liquides employés furent des cires colorées fondues, analogues à celles qu'on emploie dans les amphithéâtres de zoologie.

» M. de Mirbel, à qui je fis part, en 1833, des expériences de physiologie fort remarquables que je venais de faire en Amérique, et des curieux

résultats qui me furent fournis par des lianes de la famille des bignoniacées, de la famille des sapindacées, et surtout de la famille des vignes, me montra plusieurs rondelles de tiges du même pays et analogues aux miennes, dans lesquelles on avait fait passer des cheveux, expérience qui ne m'était pas venue à la pensée, et que d'ailleurs je n'aurais pas tentée, par la raison bien simple que j'avais reconnu, dans le cours de mes recherches, que le diamètre des tubes de ces tiges est assez large pour contenir une douzaine au moins de ces cheveux.

» En y réfléchissant, toutefois, je ne tardai pas à reconnaître qu'on pouvait tirer un grand parti de ce moyen, et le soir même de ce jour, je fis pénétrer des cheveux dans toute l'étendue d'une tige de *Cissus* qui n'avait pas moins de 5 pieds de longueur. Huit jours après, j'avais fait passer des cheveux non-seulement dans toutes les tiges des régions tropicales que j'avais recueillies dans mes voyages, dicotylédones, monocotylédones, fougères, lycopodes, etc., mais encore dans les tiges de tous nos végétaux ligneux indigènes, même dans celles des conifères, qui passent généralement pour n'avoir pas de vaisseaux.

» L'anatomie et les injections de fluides colorés m'avaient montré les rapports qui existent entre les vaisseaux tubuleux des rameaux et les vaisseaux tubuleux des tiges, entre ces derniers et ceux des racines; je dus naturellement chercher à voir si, par le moyen des cheveux, je ne pourrais pas arriver au même résultat. Le succès le plus complet couronna mon entreprise.

» Je fis donc passer des cheveux, des rameaux dans les tiges, des tiges dans les racines, et des racines principales dans les racines secondaires. Je ne bornai point là des expériences qui devenaient de plus en plus importantes.

» L'anatomie, base de toutes mes recherches, m'avait aussi prouvé que les vaisseaux tubuleux ou radiculaires des feuilles du sommet d'un arbre passent à la circonférence de tous les tissus radiculaires tubuleux des feuilles précédemment formées, et que c'est par cette cause que les bases des rameaux entiers ou tronqués se trouvent enveloppées, envahies en quelque sorte par les troncs.

» Afin de le prouver encore par mon nouveau moyen, je coupai transversalement une tige au-dessus d'un rameau. Je fis glisser des cheveux dans les vaisseaux tubuleux de la circonférence de cette tige et spécialement dans ceux qui descendaient perpendiculairement sur le rameau; et, ainsi que je l'avais pressenti, ces cheveux vinrent sortir exactement sous

son axe, de manière à faire croire qu'ils avaient traversé le rameau par le centre de sa base.

» Mais une nouvelle dissection vint me montrer ce que je savais d'avance, c'est-à-dire que les vaisseaux radiculaires de la tige, perpendiculaires au rameau dans lequel j'avais fait pénétrer des cheveux, l'avaient contourné et étaient allés reprendre au-dessous de son point d'insertion au tronc, la position qu'ils occupaient au-dessus.

» Le rameau fut lui-même coupé transversalement et les cheveux qui furent introduits dans les tubes divers de son diamètre, vinrent indiquer sur la tranche inférieure de la tige, les couches ou zones auxquelles ces tubes appartenaient, et conséquemment l'âge de ce rameau et celui de ses couches propres.

» Alors les anatomies des greffes, qui m'ont donné de si beaux et de si concluants résultats, se représentèrent à ma pensée. Je soumis plusieurs sortes de greffes à l'expérience des cheveux, et ces cheveux passèrent d'une greffe à bois rouge dans un sujet à bois blanc, avec autant de facilité que si les deux bois n'en eussent formé qu'un seul.

» Afin de ne pas abuser des moments de l'Académie, je ne citerai pas ici toutes les expériences de physiologie et d'organographie que j'ai faites, pour arriver à une démonstration plus complète encore de la continuité des vaisseaux tubuleux ou radiculaires des feuilles, jusqu'à la base des tiges, parce que ces faits sont tous résumés dans le travail général que j'ai entrepris sur l'organographie, la physiologie et l'organogénie des végétaux, et dans quelques Mémoires spéciaux qui s'y rattachent directement. Je prie seulement l'Académie de se rappeler que dès 1835 mes idées générales étaient arrêtées sur ce point, et qu'il m'avait fallu épuiser le champ des observations pour arriver aux théories que j'ai annoncées, et qui ne tarderont plus maintenant à être publiées.

» J'ai aussi fait dès ce temps de nombreuses recherches sur la circulation des fluides dans les végétaux vivants, et spécialement sur l'ascension de la sève; mais ces travaux sont encore inédits, et je n'ai pour ainsi dire pas le droit de les citer.

» Je ne puis cependant me dispenser de dire qu'à la fin de 1835, lorsque je quittai Paris pour aller m'embarquer à Toulon, je laissai deux Mémoires ébauchés seulement entre les mains de mon ami, M. Ad. Brongniart.

» L'un de ces Mémoires, qui ne fut pas imprimé à cause des nombreux dessins qui l'accompagnaient, forme le quatrième chapitre de mon travail

général sur la physiologie végétale, section Angiologie, et renferme le résumé des expériences d'organographie et de physiologie dont je viens d'entretenir l'Académie; l'autre, qui a paru dans les *Annales des Sciences naturelles*, en septembre 1836, a pour titre : Observations sur l'ascension de la sève dans une liane du genre *Cissus*. Ce dernier Mémoire était spécialement destiné à signaler quelques faits généraux de physiologie et d'organographie, afin de prédisposer les esprits aux nouvelles théories que je vais soutenir bientôt.

» Malheureusement il fut imprimé sans les planches qui l'accompagnaient et qui en formaient le complément nécessaire.

» J'ai l'honneur d'en offrir un exemplaire à l'Académie.

» Mon but était donc différent de celui que M. Boucherie a si complétement atteint dans ses premières communications. Mais comme, par ses nouvelles recherches, il approche de celles que j'ai si laborieusement faites, et comme tous les physiologistes vont sans doute s'occuper du même sujet, j'ai pensé qu'il pourrait être de quelque utilité de faire cette communication sans lui donner le caractère d'une réclamation à aucune priorité. Je desire pourtant que si M. Boucherie continue avec le même succès les expériences qu'il a tentées, on ne puisse dire que mon travail, qui ne peut tarder maintenant à paraître, lui ait rien dérobé. »

CHIMIE ET MÉCANIQUE APPLIQUÉES. — *Observations relatives à la réclamation de* M. Vicat, *dans la séance du* 7 *février* 1841; *par* M. PONCELET.

« Le *Compte rendu* de la dernière séance contient l'extrait d'une Lettre de M. *Vicat*, dans lequel on lit le passage suivant :

« Napoléon regrettait les sommes énormes employées aux maçonneries
» des fortifications (*Mémorial de Sainte-Hélène*), et ce n'était pas sans raison,
» puisqu'un mur d'escarpe construit en moellons avec du mortier à chaux
» grasse n'offre pas plus de résistance après vingt ans qu'après six mois. Si
» l'enceinte bastionnée destinée à défendre Paris ne devait être cimentée
» qu'avec de pareils mortiers, l'ennemi en aurait bon marché, sans recourir
» même aux pièces de gros calibre; mais si, comme on doit le présumer,
» l'emploi exclusif de la chaux hydraulique est une condition expresse du
» devis, si une surveillance active et éclairée empêche d'ailleurs toute fraude
» dans la qualité des fournitures, on peut compter que pour battre en
» brèche une portion quelconque de cette enceinte, non pas après vingt

» ans, mais après *trois ans* au plus, il faudra y lancer autant de boulets qu'il » y aura de pierres. »

» Comme ces assertions, dont je n'avais pas saisi le véritable sens à la lecture qui en a été faite lundi dernier, pourraient, d'après la juste célébrité que l'auteur s'est acquise par ses découvertes dans l'art de fabriquer les mortiers, exercer une influence fâcheuse sur la solution définitive d'une question qui n'a déjà été que trop obscurcie par la divergence des opinions politiques, je crois devoir protester, pour ma part, au nom de la science et de l'art que je professe, contre ce que ces assertions offrent de trop absolu dans l'application spéciale que M. Vicat en a faite aux travaux militaires. Je viens déclarer, en m'appuyant du témoignage de notre confrère M. Piobert, dont personne ne contestera la compétence dans cette matière, que l'emploi de la chaux hydraulique, qui, pour la place de Paris, entraînerait à une augmentation considérable de dépense, ne saurait, par lui même, ajouter aucune propriété défensive essentielle aux ouvrages de la fortification. Les expériences sur le tir en brèche, exécutées à Metz, en 1834, contre une face d'ouvrage très solidement bâtie par Vauban, avec la meilleure des chaux hydrauliques naturelles que l'on connaisse; ces expériences ont prouvé que les chaux de cette espèce, malgré tous les avantages qu'elles possèdent d'ailleurs, n'ont pas celui que M. Vicat leur attribue, d'accroître, dans la proportion qu'il indique, la résistance aux coups des projectiles. On conçoit, en effet, que cette résistance aux ébranlements, dépend bien plus de la dureté, de la densité, de la grosseur, de l'arrangement, et, pour ainsi dire, de la continuité des matériaux solides, que de la qualité même des mortiers (1).

» D'un autre côté, tous les ingénieurs expérimentés savent très bien que, si cette qualité peut, dans beaucoup de circonstances, exercer de l'influence sur la durée des maçonneries ou la diminution des frais d'entretien, elle n'en apporte qu'une très faible relativement à la résistance des

(1) Leur volume est, au plus, le quart ou le tiers du volume total, et leur cherté relative oblige à en restreindre beaucoup l'emploi, tout en devenant la source d'une foule de fraudes et de malfaçons qui réduisent d'une manière notable les garanties de solidité. Quant au rôle comparatif des mortiers et des pierres, sous le rapport de la résistance à l'écrasement, nous citerons les nombres suivants. D'après les expériences de M. Vicat, sur les mortiers hydrauliques, cette résistance égalerait à peu près celle des meilleurs ciments antiques, que le célèbre Rondelet a trouvée de 76 kilog. par centimètre carré, tandis qu'il n'a obtenu que 35 kilog. seulement, pour les mortiers en chaux

revêtements à l'action de la poussée des terres; la cohésion ne jouant, sous le rapport de la stabilité, un rôle virtuel et effectif que dans les circonstances où l'on n'a pas donné aux massifs l'épaisseur nécessaire pour leur permettre de s'opposer à l'action dont il s'agit, par leur poids seul; et, à cet égard, je pense, aucun constructeur ne tenterait de s'écarter des règles jusqu'ici universellement admises, sans s'exposer à un blâme justement mérité, ou sans courir des chances extrêmement fâcheuses.

» Entièrement d'accord avec notre honorable confrère, M. Héricart de Thury, sur ce point, qu'il n'est nullement indispensable de construire les massifs de grosses maçonneries en mortier hydraulique, pour obtenir des travaux durables dans les cas d'exposition à l'air libre, je n'en crois pas moins de la plus haute importance, pour la solidité et l'économie ultérieure des dépenses, que le parement extérieur de cette sorte d'ouvrages, et leur fondation, dans tous les terrains exposés à l'action des eaux, soient exécutés en bons matériaux, crépis, rejointoyés, tout au moins, avec les meilleurs ciments ou mortiers hydrauliques. »

M. Héricart de Thury dit qu'il se bornera à ajouter aux observations de M. *Poncelet*, ainsi qu'il l'a déjà dit lundi dernier et comme il en a depuis acquis la conviction par une nouvelle étude des mortiers de nos vieilles constructions, que les édifices romains, ceux des premiers temps de l'antique cité de Paris et même ceux des temps modernes, ont tous été bâtis en *mortier de chaux grasse*, soit avec sable (gros sable ou gravier), soit avec ciment de tuiles ou de briques grossièrement concassées, et que ces mortiers sont tous de bonne qualité, réunissant les conditions des meilleurs mortiers-ciments. Il ajoute que l'analyse chimique de sept échantillons de mortiers de divers monuments de différents âges, prouve bien mieux encore que la chaux employée dans la construction des monuments où ils ont été pris, était réellement de la *chaux grasse*, seulement

grasse ordinaires. Or Rondelet a pareillement conclu, du résultat de ses expériences exécutées sur de petits cubes de 5 centim. de côté, que la résistance à l'écrasement variait entre 200 et 400 kilog. pour les roches vives ordinaires, entre 300 et 800 kilog. pour les marbres et les granits, entre 2000 et 2500 kilog. pour les basaltes et les porphyres. La résistance à l'arrachement, la cohésion proprement dite, conduisant à des proportions analogues, on voit qu'à moins de perfectionnements majeurs, les mortiers conserveront une infériorité d'influence très marquée, sur les pierres et les roches calcaires de bonne qualité, relativement aux causes puissantes de destruction qui nous occupent ici.

plus ou moins mélangée de silice et d'alumine, mais dans des proportions bien différentes de celles des ciments de chaux maigres ou hydrauliques, ainsi qu'on en peut juger par les analyses suivantes.

ANALYSE de différents mortiers-ciments pris dans divers anciens monuments de la ville de Paris.

ÉLÉMENTS OU PRINCIPES constituants.	AQUEDUC romain d'Arcueil.	PALAIS des Thermes.	CIRQUE romain de l'ancienne abbaye Saint-Victor.	RUINES ROMAINES AVEC MOSAIQUES.		MURS D'ENCEINTE	
				TERRAIN des Chartreux.	ABBAYE St.-Germain-des-Prés.	de Philippe-Auguste, bastion Bonne-Nouvelle.	DE HENRY III, rue St-Hyacinthe-St.-Michel.
Chaux.............	60,00	66,00	67,50	70,00	68,00	69,00	71,00
Silice...............	4,50	4,20	2,25	5,50	3,25	6,00	1,00
Alumine...........	10,50	4,80	5,25	4,50	8,75	5,00	3,00
	75,00	75,00	75,00	80,00	80,00	80,00	75,00
Sable ou gravier.....	25,00	.....	25,00	.....	20,00	20,00	25,00
Ciments de tuiles ou de briques........	.....	25,00	....	20,00	.....	.....	.....
Totaux.............	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Sur la cause des différences que l'on observe entre les pouvoirs absorbants des lames métalliques polies ou rayées, et sur ses applications au perfectionnement des réflecteurs calorifiques; par M. M. MELLONI.

« Dans le dernier Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie, il a été souvent question de lames dont la température s'élevait graduellement en vertu de leur pouvoir absorbant sur les radiations calorifiques. A ce propos je n'ai pas manqué de faire observer que les métaux, et autres substances susceptibles de devenir lisses et luisantes, se trouvaient constamment préparées de manière à présenter des surfaces mattes et complétement dépolies. C'était une condition essentielle de nos expériences; car il fallait séparer la diffusion de la réflection proprement dite, afin de poursuivre, avec quelques chances de succès, l'objet que nous avions alors en vue. Si au lieu de plaques toujours mattes et raboteuses on emploie des surfaces tantôt polies et tantôt dépolies, les absorptions ca-

lorifiques comparées des plaques présentent des résultats fort curieux, que nous allons exposer rapidement.

» Un disque de laiton dont la surface est encore brute et granuleuse, s'échauffe plus sous l'action d'un rayonnement calorifique qu'un disque bien poli de la même substance. D'autre part, un vase métallique, à surface raboteuse, plein d'eau chaude, se refroidit plus promptement qu'un vase en métal bruni. Ces expériences ont induit un grand nombre de physiciens à admettre que les petites pointes ou aspérités superficielles des corps augmentent leur pouvoir absorbant et émissif. J'ai déjà essayé de démontrer dans une Note communiquée à l'Académie (1), que le pouvoir émissif des corps ne dépend point du degré de poli ou de rudesse communiqué à leurs surfaces : nous allons voir que la même chose a lieu à l'égard du pouvoir absorbant. Mais avant de nous engager dans les preuves expérimentales, il est essentiel de ne pas se méprendre quant au sens de ce que nous venons d'avancer. Notre proposition ne porte par sur le fait lui-même que nous ne contestons point, mais sur l'explication qu'on en a donnée jusqu'à présent. Ainsi en ôtant, avec le frottement de l'émeri ou de la lime, le poli d'un corps métallique, de manière à rendre sa surface âpre et terne, de lisse et brillante qu'elle était, on altère bien certainement la proportion de chaleur que ce corps exposé au rayonnement calorifique absorbe dans un temps donné : l'altération peut même aller jusqu'à rendre l'échauffement du métal double ou triple de ce qu'il était d'abord; et cependant nous soutenons que la rudesse ou le poli n'entrent pour rien dans la production du phénomène, et que le changement opéré sur l'absorption de la surface métallique dérive de toute autre cause. Voici les expériences qui le prouvent.

» Lorsqu'on dispose successivement au-devant d'un bon thermoscope un petit disque de cuivre rayé ou dépoli, et un disque poli et luisant, noircis tous les deux du côté du thermoscope, et que l'on fait parvenir sur leurs faces antérieures le même rayonnement calorifique concentré par une lentille de sel gemme, on observe ce que nous venons d'avancer, c'est-à-dire que l'échauffement du disque rayé est supérieur à celui du disque poli. Il en est de même si l'on opère sur des disques polis et dépolis d'acier, d'étain, d'argent, d'or, ou de tout autre métal réduit en lames par

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, année 1838.

l'action du marteau ou du laminoir. Mais si l'on répète l'expérience sur deux plaques de ferblanc, l'une desquelles ait été fortement battue à petits coups de marteau, et l'autre laissée à l'état naturel, l'échauffement de celle-ci, qui possède une surface plane et miroitante, l'emporte toujours de beaucoup sur l'échauffement de la première dont la surface est moins luisante et couverte de bosselures. Il y a plus : si l'on prend deux lames d'argent, ou d'or, fondus et lentement refroidis, l'une desquelles jouisse du beau poli qu'on peut lui imprimer avec l'huile et le charbon de braise, tandis que l'autre, polie d'abord de la même façon, soit ensuite dépolie moyennant une série de rayures tracées au diamant, on voit avec surprise qu'il arrive précisément le contraire de ce qui a lieu dans les cas ordinaires, c'est-à-dire que la lame rayée s'échauffe moins que la lame polie et luisante (1).

» Mais si, en ôtant le poli, on peut tantôt augmenter et tantôt diminuer le pouvoir absorbant, il est clair que la variation produite ne dérive pas, comme on le suppose généralement, de la formation de pointes ou aspérités, par où s'introduirait une plus grande quantité de chaleur, mais plutôt des changements de dureté ou d'élasticité que subissent les couches superficielles; car il n'y a aucun doute que les opérations au moyen desquelles on rend la lame matte ou luisante ne produisent en même temps des déplacements forcés de molécules, déplacements qui tantôt rapprochent et tantôt éloignent d'une manière stable les parties intégrantes, et rendent le métal plus ou moins dur et élastique, selon sa consistance antérieure et le mode adopté pour donner à sa surface un degré plus ou moins décidé de rudesse ou de poli.

» Quant au sens de l'action, il est évident, d'après ce que nous venons de dire, que le pouvoir absorbant diminue à mesure que la dureté ou l'élasticité de la lame augmente. En effet, le ferblanc battu, écroui par

---

(1) L'or ou l'argent sont indispensables, parce que si l'on employait du cuivre ou tout autre métal oxidable, la surface rayée se couvrirait beaucoup plus promptement que l'autre d'un voile d'oxide qui augmenterait considérablement le pouvoir absorbant, et ne permettrait guère de distinguer ce qui appartient aux influences comparées du poli et des rayures. Par la même raison, il faudrait bien se garder de dépolir l'or ou l'argent au moyen de limes ou d'émeri, qui, malgré des lavages répétés, laisseraient toujours des traces plus ou moins abondantes de matières hétérogènes, incrustées dans le métal, et produiraient sur la surface inoxidable le même effet que produit l'oxidation sur une lame de cuivre ou de tout autre métal altérable à l'air.

la percussion du marteau, possède un pouvoir absorbant plus faible que lorsqu'il se trouve à son état naturel : cette infériorité ne provient pas d'un polissage plus parfait, car on peut fort bien donner au disque battu un poli très inférieur à l'autre, sans que pour cela on rende son absorption supérieure à celle du disque non battu; c'est donc réellement la plus grande dureté qui cause la diminution du pouvoir absorbant dans la lame frappée au marteau. Le cuivre poli provenant du laminoir, et possédant par cela même un véritable écrouissage, augmente de pouvoir absorbant lorsqu'il vient à être rayé, parce que les sillons découvrent les parties moins dures de l'intérieur, et permettent aux restes des couches superficielles écrouies, dont tous les éléments se trouvaient auparavant gênés par leur compression mutuelle, de se débander et se dilater dans les solutions de continuité ouvertes à la surface. La plaque d'argent ou d'or coulé et lentement solidifié, ayant reçu un poli doux, diminue au contraire en pouvoir absorbant lorsqu'elle est rayée, parce que la pointe du diamant comprime une partie de la surface tendre du métal et lui communique une plus grande dureté.

» L'influence que l'état de dureté ou d'élasticité des lames métalliques exerce sur l'absorption calorifique, apparaît d'une manière évidente dans le fait suivant, qui m'a été rapporté par M. Saigey, et confirmé par M. Obelliane, préparateur de Physique à l'École Polytechnique et à la Faculté des Sciences de Paris. Dulong avait fait construire deux grands miroirs conjugués, en métal fondu, parfaitement dressés, rodés et polis au tour; en mettant cet appareil en expérience, il fut tout étonné de le trouver moins actif qu'un autre couple de miroirs tirés au marteau, beaucoup plus petits, qui se trouvaient depuis long-temps parmi les instruments de la Faculté. On ne sut alors à quoi attribuer cette singulière anomalie; on soupçonna seulement qu'elle provenait d'une différence de qualité dans le cuivre employé à la confection des deux appareils. Maintenant tout le monde voit que c'est une conséquence immédiate de nos principes. Les miroirs rodés étaient nécessairement moins écrouis, et par conséquent moins durs et élastiques que les miroirs dressés au marteau ; ils devaient donc absorber une plus grande quantité de chaleur, et donner une moindre réflection. Ainsi, pour avoir de bons réflecteurs calorifiques, il ne suffit pas de polir leurs surfaces, mais il faut aussi écrouir fortement la lame métallique dont ils sont composés, de manière à communiquer en même temps au métal une surface régulière, le plus beau

poli possible, et un haut degré de dureté et d'élasticité (1). Cette conséquence, qui pouvait se déduire par analogie de nos premières expériences sur le pouvoir émissif des surfaces polies et rayées, n'avait point échappé à la perspicacité de M. Saigey, qui depuis lors en a fait une application très heureuse dans la construction des miroirs conjugués et autres appareils destinés à la réflection de la chaleur.

» La nouvelle théorie qui ôte aux pointes leur prétendue influence dans l'absorption calorifique et l'attribue aux changements de dureté ou d'élasticité, reçoit d'ailleurs une confirmation frappante par la constance de pouvoir absorbant que l'on remarque dans tous les corps qui ne peuvent conserver l'état de compression que l'on imprime, par des moyens mécaniques quelconques, à leurs couches superficielles. Nous voyons en effet un disque de marbre, de jais, ou d'ivoire absorber autant de chaleur à l'état naturel qu'après avoir été tiré au plus haut degré de poli, ou rayé avec de gros grains de sable ou d'émeri. C'est que dans ces sortes de substances les procédés qui développent les aspérités ou qui les font disparaître, n'altèrent pas d'une manière permanente, comme dans les métaux, la dureté ou l'élasticité des couches superficielles. J'ajouterai enfin que dans le cours de mes expériences je n'ai jamais pu reconnaître aucune variation dans l'échauffement des corps exposés aux radiations calorifiques lorsqu'on les peint successivement avec la même matière colorante broyée à divers degrés de finesse : ici comme dans le cas des disques de marbre, de jais, ou d'ivoire, il y a déviation plus ou moins grande dans la disposition régulière des points superficiels, sans aucun changement appréciable de dureté ou d'élasticité.

» Lorsque j'ai montré l'insuffisance de la théorie admise sur l'action des aspérités dans le rayonnement des corps, on a objecté que les irrégularités de la surface doivent faire varier, nécessairement, en vertu de la réflection, la quantité de chaleur qui passe par un point donné. La même objection pouvant être soulevée par rapport à l'absorption, nous observerons d'abord qu'en parlant des aspérités de la surface absorbante ou rayonnante, nous

(1) La grande influence que l'élasticité ou la dureté des couches superficielles semble exercer sur la réflection calorifique des métaux, influence beaucoup plus prononcée que dans les cas analogues de la lumière, tient sans doute de fort près à la nature même de la chaleur; il serait à desirer qu'elle devînt l'objet d'un examen approfondi de la part des géomètres qui étudient maintenant sous toutes les faces les mouvements vibratoires du fluide d'où l'on suppose dériver les phénomènes de lumière, de chaleur et d'action chimique que possèdent les rayons des corps incandescents.

entendons seulement les petites irrégularités produites par le dépoli, car il est évident que des protubérances bien sensibles, des creux décidés, pourraient agir comme de véritables réflecteurs et accumuler une plus grande quantité de chaleur dans certaines directions. Nous ferons remarquer ensuite qu'il ne s'agit point ici d'une loi générale, mais d'un fait particulier. En rayant certaines surfaces métalliques polies on obtient une augmentation dans leur pouvoir émissif et absorbant : cette augmentation ne saurait être attribuée à la réflection des pointes ou à toute autre *action immédiate* des aspérités, puisque nous avons vu, 1° que les rayures n'exercent aucune influence sensible sur les surfaces non métalliques; 2° que l'effet change beaucoup avec la nature et l'état de la lame employée; 3° que les métaux inaltérables à l'air, étant convenablement préparés, donnent un effet inverse, et qu'alors la présence des aspérités diminue les pouvoirs émissif et absorbant au lieu de les augmenter; ce dernier argument nous paraît décisif. Ainsi l'augmentation de force rayonnante et absorbante que l'on avait depuis long-temps remarquée chez les lames métalliques rayées ne représente qu'un cas spécial : l'indifférence et la diminution que nous avons obtenues plus tard dans le marbre et l'argent convenablement préparé sont aussi des cas particuliers, en sorte que les variations introduites par le poli et le dépoli dans le pouvoir absorbant ou émissif des substances susceptibles de devenir lisses et luisantes, n'ont pas un caractère de généralité, et changent au contraire avec la nature des corps et de l'état d'équilibre moléculaire imprimé à leurs couches superficielles. Cependant les altérations s'observent seulement sur les métaux, et nous savons que ces métaux subissent, sous l'action des forces mécaniques, des modifications permanentes dans la pesanteur spécifique, la dureté et l'élasticité de leurs couches superficielles : or ces modifications sont les seuls effets connus; en leur attribuant les changements observés dans le rayonnement et l'absorption, on ne fait donc réellement aucune hypothèse; on énonce seulement le phénomène sous une nouvelle forme exprimant des conditions inconnues avant les expériences que nous venons de décrire dans cette Note. »

NOMINATIONS.

La Commission chargée de faire un rapport sur les résultats scientifiques de la dernière *expédition au nord de l'Europe*, fait remarquer qu'il se trouve dans les documents présentés beaucoup de pièces relatives à la Médecine, et demande l'adjonction d'un nouveau commissaire qui ait à s'occuper plus spécialement des documents de cette nature.

M. **Double** est désigné à cet effet.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Expériences sur la vision ; par* M. **Waller**.

(Commissaires, MM. Magendie, Pouillet.)

M. **Laurent** poursuit la lecture de ses *nouvelles Recherches sur l'Hydre;* cette lecture sera terminée dans une prochaine séance.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Recherches sur l'aimantation par les courants; par* M. **Abria**.

(Commission précédemment nommée.)

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les nouveaux procédés proposés pour la conservation des bois.* — Extrait d'une lettre de M. **Millet**.

« M. *Boucherie*, dans une lettre adressée récemment à l'Académie, relativement à un nouveau procédé pour faire pénétrer dans les bois des substances conservatrices, me paraît avoir constaté, 1° que le mode de pénétration qu'il décrit dans cette lettre est nouveau et différent de celui qui s'effectue au moyen de l'aspiration vitale; 2° que ce mode, sous tous

les rapports, mérite la préférence sur ceux qu'on a précédemment proposés.

» Mais M. Boucherie ne peut pas être considéré comme étant l'auteur de cette découverte, ou mieux de ses applications à l'imprégnation des bois, car M. le Ministre du Commerce m'a délivré pour le même objet un brevet d'invention à la date du 29 septembre dernier, brevet dont j'avais formé la demande à la date du 23 juin 1840.

» D'ailleurs j'ai adressé, à ce sujet, un Mémoire à l'Académie le 20 juin 1840, Mémoire enregistré au secrétariat le 22 du même mois, sous le n° 190.

» Je viens vous prier de vouloir bien mettre ce Mémoire sous les yeux de l'Académie, ainsi que la copie du brevet d'invention que j'ai l'honneur de vous adresser.

» M. Boucherie annonce que le procédé s'applique uniquement aux bois *nouvellement abattus*.... Mais c'est encore là une imperfection de ses moyens d'opération ; mon brevet et mon Mémoire constatent que l'imprégnation a lieu même plusieurs mois après l'abattage, et quel que soit, d'ailleurs, le degré de dessiccation du bois. »

Cette lettre et les pièces citées par M. Millet sont renvoyées à la Commission qui a été chargée d'examiner le Mémoire de M. Boucherie.

M. Bresson adresse quelques réflexions à l'occasion d'une communication faite à la précédente séance par M. *Daliot*, relativement à un *appareil destiné à avertir de l'abaissement de l'eau dans les chaudières à vapeur*, au moment où cet abaissement, s'il continuait à s'opérer, commencerait à devenir dangereux. M. Bresson rappelle qu'il a soumis au jugement de l'Académie, à deux reprises différentes, des appareils destinés à remplir le même but, et qui sont, comme celui de M. Daliot, placés en un lieu apparent, de sorte que les passagers eux-mêmes peuvent exercer une sorte de surveillance sur un point qui les touche de si près.

La lettre de M. Bresson contient encore quelques réflexions sur les causes qui peuvent donner lieu, dans certains cas, à une accumulation du fluide électrique dans les machines à vapeur, cas qu'il suppose d'ailleurs être fort rares.

(Renvoi à la Commission des rondelles fusibles.)

M. Amussat écrit que, depuis sa dernière communication sur la *section des muscles genio-glosses pour la guérison du bégaiement*, il a pratiqué cette opération sur sept nouveaux individus. Il fait remarquer que dans ces opérations, comme dans celles qu'il a pratiquées de concert avec M. L.

Boyer, pour la guérison du strabisme, il a reconnu la nécessité de détruire complétement tous les agents de la déviation ou du raccourcissement qui produit, dans un cas, la difficulté d'articulation, dans l'autre le défaut de parallélisme des axes visuels. « J'insiste, dit-il, sur cette remarque, parce que déjà plusieurs chirurgiens ont échoué pour le bégaiement comme pour le strabisme, sans doute parce qu'ils n'ont pas fait tout ce qu'il fallait faire. Grâce aux précautions que j'indique, les résultats que j'ai obtenus sont fort encourageants, et ils ont paru tels aux médecins qui ont vu les bègues avant et après l'opération; j'ai tout lieu d'espérer, malgré les appréhensions de quelques personnes, que ces résultats se maintiendront ainsi que ceux de l'opération du strabisme. »

M. **Roux** présente quelques remarques à l'occasion de cette lettre.

M. **Serres** insiste sur l'importance qu'il y aurait à bien faire constater les résultats de ces opérations. Il rappelle que dans des cas où l'Académie a eu à se prononcer sur la valeur de certains traitements orthopédiques, elle avait nommé une Commission permanente chargée d'examiner les malades avant et après l'opération, la comparaison des deux états pouvant seule permettre de juger de la réalité des améliorations obtenues. Il croit donc que, pour les opérations relatives au strabisme et au bégaiement, l'Académie devrait procéder de la même manière, et renvoyer à l'examen d'une Commission permanente toutes les communications sur ces deux sujets.

Après une courte discussion cette proposition est adoptée. La lettre de M. Amussat et les communications précédentes relatives au bégaiement ou au strabisme sont en conséquence renvoyées à l'examen de la section de Médecine et de Chirurgie.

M. **Schuster**, docteur en médecine, annonce qu'il vient d'être opéré avec succès pour un *strabisme congénial,* consistant dans une déviation très forte de l'œil gauche en dedans et en haut.

« Le 13 juillet, dit M. Schuster, la section du muscle droit interne fut pratiquée par M. *Amussat* et *L. Boyer,* et, bien que mon strabisme parût à ces chirurgiens dépendre en même temps du grand oblique, ils ne voulurent pas à cette époque en pratiquer la section. (Depuis ils ont tout-à-fait renoncé à couper ce muscle dans les strabismes semblables à celui dont j'étais atteint.)

» La première opération n'ayant pas amené un résultat complet, la section du muscle grand oblique fut pratiquée; mais comme l'œil conservait toujours un certain degré d'ascendance et de convergence, MM. Amussat et Boyer se décidèrent à faire une troisième opération dans laquelle ils eurent la hardiesse de diviser successivement trois muscles, savoir, les droits supérieur et inférieur, ainsi que les nouvelles adhérences du droit interne et peut-être celles du grand oblique, ce qui nécessita la dénudation du globe oculaire dans presque les deux tiers de son étendue. Ce ne fut qu'après ces nombreuses sections que la déviation de l'œil disparut complétement. »

(Renvoi à la Commission de Médecine et de Chirurgie.)

M. Cabillet met sous les yeux de l'Académie un tableau qui présente l'ensemble de son *système harmonique*.

Ce tableau est renvoyé à l'examen de la Commission précédemment nommée, à laquelle est adjoint M. *Pouillet*.

L'Académie reçoit, pour le concours au grand prix concernant la *vaccine*, un Mémoire portant le nom de l'auteur enfermé sous pli cacheté.

(Renvoi à la Commission nommée.)

CORRESPONDANCE.

« M. Libri présente un Mémoire de M. Targioni-Tozzetti, professeur de chimie et de botanique à Florence, *sur les eaux thermales de Rapolano*. M. Libri annonce que dans les analyses chimiques que l'auteur a dû faire, il a reconnu que ces eaux ne contenaient pas de fer. Cependant il a trouvé ce métal dans des *oscillaires* qui vivent dans ces eaux, et on ne voit pas d'où ces plantes ont pu le tirer. Le fer contenu dans ces oscillaires s'accumule peu à peu dans les cavités où ces eaux sont contenues, ainsi que dans les dépôts pierreux qu'elles forment, de manière à ce que la présence en soit facilement constatée par l'analyse chimique. Cette observation remarquable agrandit le champ des recherches qui ont été faites dans ces derniers temps sur l'influence que de très petits corps organisés exercent sur la formation de certains minéraux. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la ventilation des contremines.* — Extrait d'une lettre de M. TRANCART, capitaine du génie.

« En cherchant à résoudre par les foyers d'appel, une question importante d'art militaire, celle de la ventilation des contremines, j'ai été conduit à une application nouvelle de la force qui produit les courants d'air, et je suis arrivé à obtenir simultanément le double effet d'aspirer l'air vicié et de souffler l'air pur : aspirer l'air vicié tout en le contenant dans un espace limité, et souffler l'air pur, sur un point donné, avec une vitesse telle que le mineur peut reprendre son travail après l'explosion d'un *fourneau*, sans avoir à craindre ni l'asphyxie ni le moindre malaise.....

» Lorsqu'un tuyau en communication avec un foyer d'appel, débouche dans une galerie de mines, l'air de cette galerie s'y précipite en prenant une vitesse dont il est inutile de rappeler les causes ; je n'ai besoin ici de fixer l'attention, toutes choses égales d'ailleurs, que sur les différences de section du tuyau aspirateur et de la galerie : on sait que la vitesse dans le tuyau est plus grande que la vitesse dans la galerie à peu près dans le rapport inverse des sections. De là il résulte que dans l'emploi ordinaire des foyers d'appel, plus la galerie est spacieuse, plus il faut de temps à la fumée (provenant, par exemple, de l'inflammation de la poudre dans un pétardement) pour se dissiper et permettre au mineur de revenir au fond de la galerie. D'ailleurs l'expérience a démontré, jusqu'à ce jour, que, si le mineur doit travailler dans un terrain imprégné de gaz méphitiques, l'air de la galerie, en se renouvelant, arrive avec une vitesse beaucoup trop faible pour en neutraliser les effets dangereux. Or voici comment je suis parvenu à souffler immédiatement l'air pur au fond d'une galerie, et sensiblement avec la même vitesse, quelle que soit la section de celle-ci pour une section constante du tuyau aspirateur : que l'on se représente un diaphragme fermant la section de la galerie à une distance de $4^m,00$ du fond, par exemple, afin de fixer les idées ; qu'alors un tuyau aspirateur de $0^m,50$ carrés de section soit mis en communication avec ces $4^m,00$ de galerie, l'air qui y est contenu va se précipiter dans le tuyau ; cependant qu'en dehors l'air de la galerie va presser contre le diaphragme ; si donc un tuyau, de $0^m,03$ carré de section, est disposé depuis le fond de la galerie jusqu'au diaphragme, et qu'il le traverse pour être en communication avec l'air de la galerie, c'est-à-dire l'air extérieur, celui-ci, en vertu de la loi sur la différence de pression dans les deux branches d'un siphon,

s'y précipitera et viendra souffler contre le fond même de la galerie. Avec les dimensions de section indiquées ci-dessus, j'ai obtenu pour une température de 80 à 100° Réaumur, dans le haut de la cheminée, et à une distance de 50 à 70^{m}, du foyer d'appel, une vitesse de 4 à 5^{m} par seconde, mesurée avec un anémomètre de M. Combes. Comme *résultat pratique*, j'ajoute que le mineur est obligé de garantir sa chandelle de la violence du vent qui vient frapper contre le fond de la galerie.

» Que l'on réalise donc ce que j'ai appelé par abstraction un diaphragme, simple, portatif, et que l'on y ajuste un tuyau pour porter l'air pur (dans mes expériences un seul homme faisait cette double opération en moins d'une demi-minute), et l'on jettera immédiatement de l'air sur le point où le mineur a besoin de travailler; il y retournera en traversant les gaz qui sont renfermés entre le diaphragme et le fond de la galerie, et là il trouvera une atmosphère d'air pur. Enfin les vapeurs infectes seront entraînées, au bout d'un temps plus ou moins court, dans le tuyau aspirateur avec lequel elles sont en communication en arrière du diaphragme. Dans les circonstances de température et de dimensions citées plus haut, l'évacuation des gaz contenus en arrière du diaphragme, a été de 1^{m} cube environ par minute.

» Je ferai remarquer, en terminant, que ce procédé n'a pas l'inconvénient des machines uniquement soufflantes, celui de faire passer les gaz délétères par les galeries elles-mêmes, où ils se mêlent incessamment avec l'air qu'on y aspire.

» J'en ai dit assez, je pense, pour que MM. les ingénieurs des Mines puissent, dans l'occasion, se servir de ce moyen nouveau de porter de l'air frais, et, pour leur usage, je citerai, comme cas analogues à ceux qui se présentent dans les mines militaires, le pétardement d'une galerie de recherche, et l'extinction d'un incendie de mines quand on perce dans la direction du foyer et qu'il se produit alors un dégagement de gaz mortels. »

MÉDECINE. — *Nouvelles recherches sur la nature de la cataracte.* — Extrait d'une Lettre de M. MALGAIGNE.

« A en croire les traités récemment publiés sur cette matière, les deux principales variétés de la cataracte seraient : 1° la cataracte cristalline, débutant en général par le centre du cristallin; 2° la cataracte capsulaire. J'étais moi-même imbu de cette opinion, avant que ma position de chi-

rurgien de l'hospice de Bicêtre m'eût fourni l'occasion de la vérifier par le scalpel; et ce n'est pas sans quelque peine que je me suis vu peu à peu contraint d'y renoncer. J'ai disséqué jusqu'à ce jour, avec le plus grand soin, *vingt-cinq yeux frappés de cataracte*. Ces yeux appartenaient, les uns à des sujets qui conservaient un œil sain, les autres à des sujets atteints de cataracte double; et comme cette maladie affecte rarement les deux yeux ensemble à la même époque, j'ai donc pu, sur les yeux secondairement affectés, constater pour ainsi dire l'origine et le développement de la cataracte dans toutes ses phases. Or, 1° jamais je n'ai vu la cataracte débuter par le centre du cristallin; 2° jamais je n'ai rencontré la capsule opaque. Toujours j'ai vu l'opacité commencer par les couches molles qui avoisinent la capsule, et d'ordinaire vers la grande circonférence du cristallin; dans le plus grand nombre des cas l'opacité étant complète à la face antérieure et à la face postérieure, le noyau demeure parfaitement clair; dans d'autres cas plus rares, le noyau prend une teinte brune, se dessèche, devient friable, et est alors véritablement opaque. En sorte que si j'avais dès à présent à formuler la conclusion directe de ces autopsies, je dirais que la cataracte consiste dans une sécrétion opaque de la capsule cristalline, celle-ci gardant elle-même sa transparence; et que dans certains cas il y a comme une nécrose sèche du noyau central du cristallin, qui s'est mortifié au milieu de la sécrétion morbide. »

M. Hatin adresse quelques réflexions en réponse aux arguments par lesquels M. *Donné*, dans une lettre lue à l'avant-dernière séance, soutient ses droits de priorité relativement à la théorie de la formation de la couenne. « Je ne conteste point, dit-il, l'exactitude des dates qu'a données M. Donné; seulement je ferai remarquer que s'il faut faire intervenir dans la question d'autres droits que ceux qui résultent de la publicité donnée à une théorie par la voie de la presse, ce n'est pas à la date de mes *publications* que M. Donné doit comparer la date de ses *études*, mais à celles des études qui ont nécessairement devancé mes publications.

» M. Donné remarque que je n'ai pas précisé aussi nettement que lui les faits relatifs à la coagulation du sang et à l'influence de la densité de ce liquide sur la formation de la couenne; mais si l'on veut se rappeler des termes de ma première réclamation, on verra que j'ai revendiqué les propositions que M Donné s'attribue, non pas comme étant textuellement contenues dans mon travail, mais comme en découlant naturellement. Il est vrai que je n'ai pas dit que la *densité* du sang tiré à une époque très

voisine de l'invasion de la maladie est un obstacle à la formation de la couenne; mais je fais remarquer que l'absence de couenne, dans ce cas, paraît tenir à la rapidité de la coagulation, et, dans un autre passage, je remarque que cette rapide coagulation tient à la faible proportion de sérosité dans le sang, à cette époque de la maladie, etc. »

M. **Donné** met sous les yeux de l'Académie un microscope de poche, spécialement destiné aux médecins, aux botanistes et aux voyageurs. « Cet instrument, dont le grossissement est de 300 fois, donne, dit M. Donné, des résultats aussi satisfaisants que les bons microscopes ordinaires. Il peut d'ailleurs s'adapter à tous les microscopes de Trécourt et Oberhaueser. Il a été exécuté par M. Soleil, opticien, et le prix en est seulement de 35 fr. On le transforme en microscope de table, au moyen d'un pied auquel on peut le fixer. On s'en sert en regardant directement dans la lumière du ciel ou d'une chandelle, au lieu d'avoir un miroir réflecteur. »

M. **Blake** adresse une nouvelle communication relative aux effets de l'*injection de certains sels dans le sang*. « Il résulte, dit-il, de mes nouvelles expériences, que des sels isomorphes introduits directement dans le sang, exercent sur les tissus vivants des actions analogues. »

M. **Thiébault** adresse sur les *caisses d'amortissement* des considérations qui ne paraissent pas du ressort de l'Académie des Sciences.

M. **Bonnet**, chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Lyon, adresse un paquet cacheté.

L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 5 heures. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 7, in-4°.

Observations sur l'ascension de la sève dans une Liane; par M. Gaudichaud. (Extr. des *Ann. des Sciences nat.*, septembre 1836.) In-8°.

Précis analytique des Travaux de l'Académie royale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1840; Rouen, 1841, in-8°.

Chimie agricole. — Amélioration des Cidres; Lettre par MM. Dubreuil et Girardin; Rouen, 1840, in-8°.

Primes proposées par la Société centrale d'Agriculture du département de la Seine-Inférieure, et Instruction sur la culture de la Garance; par les mêmes; 1841, in-8°.

Lettre à M. le rédacteur en chef du Moniteur de la Propriété et de l'Agriculture; *par* les mêmes; in-8°.

Bulletin des Travaux de la Société industrielle et commerciale de Saint-Quentin, années 1838, 1839 *et* 1840; in-8°.

Mémoire sur la section sous-cutanée des Muscles pronateurs, fléchisseurs de la main et des doigts; par M. Doubovitski; 1841, in-8°.

Nouveau Dictionnaire allemand-français et français-allemand; par M. le Dr Schuster et M. Régnier; 1 vol. in-8°.

Lettre sur le traitement curatif et préservatif des Maladies saturnines; par M. Gendrin; in-8°.

De l'action réfléchie du Système nerveux; par M. Bazin; in-8°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; n° 2, février 1841, in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Arts et Commerce du département de la Charente; n° 4—6, juillet à décembre 1840, in-8°.

Revue progressive d'Agriculture, de Jardinage, d'Économie rurale et domestique; février 1841, in-8°.

Paléontologie française; par M. d'Orbigny; 14e liv., in-8°.

Journal de Pharmacie et des Sciences accessoires; 27^e^ année, fév. 1841, in-8°.

Mémorial encyclopédique; janvier 1841, in-8°.

Revue critique des Livres nouveaux; 9^e^ année, février 1841, in-8°.

Le Technologiste; février 1841, in-8°.

Bericht über.... *Analyse des Mémoires lus à l'Académie des Sciences de Berlin et destinés à la publication;* novembre et décembre 1841, in-8°.

VIII Beitrage.... *Sur l'analyse des Feldspaths et leurs rapports avec les phénomènes volcaniques; par* M. H. Abich; in-8°.

Neneste.... *Mémoire sur les Animaux invertébrés; par* M. de Siebold; Berlin; in-4°. (M. Milne Edwards est chargé d'en rendre un compte verbal.)

Geschichte.... *Histoire de la Maladie vénérienne, 1^re^ partie; par* M. Rosenbaum; Halle, 1839, in-8°. (M. Breschet est prié d'en rendre un compte verbal.)

Einige fragen.... *Questions concernant la Maladie vénérienne et son histoire; par* le même; in-8°. (M. Breschet est prié d'en faire l'objet d'un rapport verbal.)

Memorie.... *Une collection d'Opuscules concernant la Physique; par* M. G. Minotto. (Extrait des différentes publications périodiques.) Présenté par M. Libri.

Dei nuovi Bagni.... *Sur les nouvelles Eaux thermales de Sainte-Marie-des-Neiges, à Rapolano; par* M. A. Targioni-Tozzetti; Florence, 1840, in-8°. (Présenté par M. Libri.)

Cenni storici.... *Essais historiques sur la ville et la citadelle de Turin, depuis* 1418 *jusqu'à* 1826; *par* M. C. Felice; Turin, 1840, in-8°, et un plan de la ville de Turin.

Prima Riunione.... *Premier Congrès scientifique italien tenu à Pise en octobre* 1839; in-fol.

Gazette médicale de Paris; n° 9, in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n° 22—24.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 190; in-8°.

La France industrielle; 18 février 1841.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er MARS 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Cauchy présente un Mémoire intitulé : *Sur l'élimination d'une variable entre deux équations algébriques.*

RAPPORTS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* MM. **Gerhardt** *et* **Cahours**, *relatif à l'essence de cumin.*

(Commissaires, MM. Thenard, Regnault, Dumas rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Thenard, Regnault et moi, de lui rendre compte des recherches de M. Gerhardt et Cahours, qui portant en particulier sur quelques essences, sont pourtant de nature à fournir quelques principes de réaction applicables à un grand nombre d'autres huiles essentielles.

» Le groupe des huiles essentielles offre des difficultés singulières à une étude précise. Les corps que la distillation des plantes fournit sont, en effet, rarement simples; plusieurs produits s'y trouvent mêlés et leur séparation se fait rarement d'une manière nette. Les huiles à réaction acide; celles qui jouent le rôle de base; celles qui peuvent se solidifier par le froid; celles dont le point d'ébullition est très élevé ou très bas, peuvent bien se séparer des mélanges qui les contiennent, quand elles se trouvent unies à des huiles indifférentes ou liquides, ou bien à des huiles douées de points d'ébullition éloignés de celui qui leur est propre; mais ces moyens sont loin de suffire à toutes les exigences, et c'est une bonne fortune pour la Chimie organique que d'avoir à enregistrer un nouveau procédé de séparation applicable à ces corps.

» Les auteurs en ont trouvé un dans l'emploi de la potasse solide, qui, chauffée avec l'huile de cumin s'unit à une huile oxigénée qu'elle renferme, et laisse dégager un carbure d'hydrogène qui s'y trouvait mélangé.

» Le *cuminol* $C^{40}H^{24}O^{2}$ est donc cette partie de l'huile de cumin qui s'unit à la potasse. Il bout à 220°; sa vapeur possède une densité égale à 5.

» Ce corps est remarquable par sa tendance à s'acidifier. L'oxigène, l'acide nitrique, l'acide chromique le convertissent sur-le-champ en *acide cuminique*. En présence de la potasse, il donne, à l'aide de la chaleur, du cuminate de potasse avec dégagement d'hydrogène.

» Le chlore produit par substitution un nouveau corps avec lui: c'est le *chloro-cuminol*, qui en décomposant l'eau se transforme en acide hydrochlorique et en acide cuminique.

» L'*acide cuminique* obtenu par ces divers moyens est un fort beau produit, cristallisé en tables prismatiques, fusible à 92°, bouillant au-dessus de 250°, sans décomposition. Par sublimation lente, il donne de longues aiguilles. Sa formule se représente par $C^{40}H^{24}O^{4}$, c'est-à-dire que le cuminol a pris O^{2} pour le former.

» Il est évident que l'acide cuminique se range à côté de l'acide acétique, de l'acide benzoïque, de l'acide cinnamique, de l'acide salycilique, de l'acide valérianique, tout comme le cuminol appartient au groupe qui renferme l'aldéhyde, l'essence d'amandes amères, l'hydrure de salycile, l'essence de cannelles et la valéraldéhyde.

» Ainsi se poursuit et s'achève ce grand travail de la classification naturelle des composés de nature organique, que l'Académie a protégé à son début il y a quelques années, et qu'elle continue à suivre avec un intérêt

qui suscite les nouvelles recherches dont les résultats viennent combler quelques lacunes chaque jour.

» Pour montrer tout ce qu'il y a de fécond dans ces rapprochements, quelques mots suffisent :

» L'acide benzoïque avec l'acide nitrique fumant, produit-il un acide azotique nouveau, que M. Mulder appelle *nitro-benzoïque,* l'acide cuminique dans la même circonstance fait un nouvel acide azoté aussi, l'acide *nitro cuminique.*

» L'acide benzoïque sous l'influence d'un excès de chaux éteinte, se partage-t-il en acide carbonique et en un carbure d'hydrogène, la benzine, l'acide cuminique donne aussi, en pareille occasion, de l'acide carbonique et un carbure d'hydrogène nouveau, le *cumène,* qui a pour formule $C^{36} H^{24}$.

» La benzine, traitée par l'acide sulfurique concentré, forme-t-elle un nouveau produit, l'acide sulfo-benzique, par une analogie facile à prévoir maintenant, le cumène va produire aussi l'acide sulfo-cuménique, qui dans le sel de baryte est représenté par $C^{36} H^{22} BaO S^2 O^5$ ou bien $C^{36} H^{22} SO^2, BaO SO^3$.

» Les auteurs n'ont pas manqué de saisir l'occasion qui se présentait de comparer l'acide cinnamique avec leur nouvel acide et avec l'acide benzoïque sous ces divers rapports. Ils ont produit le carbure d'hydrogène qui lui correspond et ils en ont préparé les dérivés.

» Enfin, revenant sur l'huile brute de cumin qui fait leur point de départ, ils ont repris l'huile que la potasse en sépare et ils ont reconnu avec surprise que celle-ci possède la même composition et les mêmes propriétés générales qu'un corps qui s'obtient en traitant le camphre ordinaire par l'acide phosphorique anhydre et qui a pour formule $C^{40} H^{28}$.

» Le Mémoire de MM. Gerhardt et Cahours renferme des observations précises; il fait connaître un mode nouveau de dédoublement applicable à l'étude des huiles essentielles; il enrichit la science de corps bien définis, bien caractérisés.

» A tous ces titres, il paraît digne à votre Commission de prendre place dans le recueil des *Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. DEVILLE *intitulé :* Études sur l'essence de térébenthine.

(Commissaires, MM. Thenard, Pelouze, Dumas rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Thenard, Pelouze et moi, d'examiner le Mémoire de M. Deville dont nous venons de rappeler le titre, et de lui en rendre compte ; nous venons accomplir ce devoir.

» Les chimistes ont vu avec intérêt, depuis quelques années, une foule d'huiles volatiles offrir à l'analyse, quoique fort distinctes entre elles, la composition qui appartient à l'essence de térébenthine. Ce dernier corps, soumis à un examen approfondi par MM. Soubeiran et Capitaine, est venu à son tour leur présenter de nouveaux sujets de méditation. L'essence de térébenthine du commerce peut en effet se dédoubler, sous l'influence de l'acide chlorhydrique, en deux huiles distinctes quoique semblablement composées; et de plus, en les dégageant des composés qu'elles formaient avec l'acide, on reproduit des corps qui ayant toujours la même composition, présentent des propriétés optiques nouvelles et diffèrent par-là complétement de l'huile originelle.

» Cette variabilité si étrange dans l'arrangement moléculaire d'un corps qui conserve toujours ses proportions pondérales, est unique dans l'histoire de la chimie, portée du moins au degré où elle se présente dans l'essence de térébenthine ou plutôt dans le carbure d'hydrogène $C^{40} H^{32}$.

» Le Mémoire de M. Deville a pour objet l'étude des principales modifications déjà connues de l'essence de térébenthine et celle de quelques modifications nouvelles dont on lui doit la découverte.

» 1°. L'auteur admet que l'essence de térébenthine entre, telle quelle, en combinaison avec l'acide chlorhydrique et constitue ainsi le corps connu sous le nom de camphre artificiel. C'est son *camphène,* qu'il a modifié par substitution et qui lui a donné ainsi le *chlorocamphène,* et qui d'ailleurs, uni aux acides, constitue le *chlorhydrate,* le *bromhydrate* et l'*iodhydrate de camphène.*

» Mais vient-on à décomposer les sels de camphène par une base minérale, comme la chaux, on n'en retire plus le camphène qui exerce sur le plan de polarisation un pouvoir rotatoire énergique, mais un nouveau corps, le *camphilène,* dont l'action est nulle, comme l'ont bien établi MM. Soubeiran et Capitaine.

» 2°. L'essence de térébenthine mise en contact avec l'acide sulfurique,

se modifie. Elle se change en un corps toujours de même composition, mais doué de propriétés nouvelles : c'est le *térébène.*

» Le térébène forme par substitution divers corps tels que le *chlorotérébène*, le *bromotérébène*, etc. En s'unissant aux acides, il produit divers sels qui sont les *chlorhydrates*, les *bromhydrates de térébène*, et parmi lesquels on compte le camphre artificiel liquide, déjà connu des chimistes.

» Le térébène n'exerce pas d'action par le plan de polarisation.

» Vient-on à décomposer par les bases les sels qu'il forme, il en sort modifié et constitue ainsi le *térébilène.*

» 3°. Quand on soumet l'essence de térébenthine à l'action de l'acide sulfurique, il se dégage d'abord du térébène. Mais en prolongeant la chaleur on obtient une nouvelle huile : c'est le *colophène*, produit remarquable par une espèce de dichroïsme qui le montre tantôt incolore, tantôt d'un beau bleu.

» Le colophène est plus pesant que le térébène, moins volatil, deux fois plus dense sous forme de vapeur. Cette circonstance, qui rattache le colophène à la résine de térébenthine ou colophane, est appuyée par le fait qu'en distillant cette résine, l'auteur en a retiré du colophène.

» Quoique le colophène ne forme que des combinaisons éphémères avec les acides, l'auteur pense qu'il n'en sort pas sans altération quand on les traite par les alcalis, et il désigne sous le nom de *colophilène* l'huile ainsi modifiée.

» Le camphène, le térébène et le colophène sont donc trois chefs de série qui peuvent faire naître des composés très divers, et dont l'histoire était nécessaire à une connaissance approfondie du carbure $C^{40} H^{32}$ dont nous avons montré toute l'importance.

» Nous réunissons dans le tableau suivant les principales propriétés des corps étudiés par M. Deville; il suppléera aux détails que ce rapport ne comporterait pas.

SUBSTANCES.	COMPOSITION.	DENSITÉ à l'état liquide.	DENSITÉ de vapeur.	POUVOIR rotatoire.	POUVOIR rotatoire de la partie organique.	ÉTAT PHYSIQUE.
Camphène	$C^{40}H^{32}$	0,860 à 20°	4,763	−0,43048	−0,43048	Liquide.
Chlorhydrate de camphène	$C^{40}H^{32}$, $Ch^{2}H^{2}$			−0,34072	−0,43048	Solide.
Bromhydrate de camphène	$C^{40}H^{32}$, $Br^{2}H^{2}$			−0,2282	−0,43048	Solide.
Iodhydrate de camphène	$C^{40}H^{32}$, $Io^{2}H^{2}$	1,5097 à 15°		−0,2236?	−0,43048?	Liquide.
Chlorocamphène	$C^{40}H^{24}Ch^{8}$	1,50 à 8°		0,0000	0,00000	Solide.
Chlorhydrate de chlorocamphène	$C^{40}H^{24}Ch^{8}$, $Ch^{2}H^{2}$?			0,0000	0,00000	Liquide.
Térébène	$C^{40}H^{32}$	0,864 à 8°	4,763	0,0000	0,00000	Liquide.
Monochlorhydrate de térébène	$C^{40}H^{32}$, ChH	0,902 à 20°		0,0000	0,00000	Liquide.
Monobromhydrate de térébène	$C^{40}H^{32}$, BrH	1,021 à 24°		0,0000	0,00000	Liquide.
Monoiodhydrate de térébène	$C^{40}H^{32}$, IoH	1,084 à 21°		0,0000	0,00000	Liquide.
Bichlorhydrate de térébène	$C^{40}H^{32}$, $Ch^{2}H^{2}$	1,017		0,0000	0,00000	Liquide.
Bibromhydrate de térébène	$C^{40}H^{32}$, $Br^{2}H^{2}$	1,279 à 21°		0,0000	0,00000	Liquide.
Biodhydrate de térébène	$C^{40}H^{32}$, $Io^{2}H^{2}$	1,5097 à 15°		0,0000	0,00000	Liquide.
Chlorotérébène	$C^{40}H^{24}Ch^{8}$	1,360 à 15°		0,0000	0,00000	Liquide.
Monochlorotérébène	$C^{40}H^{28}Ch^{4}$	1,137 à 20°		0,0000	0,00000	Liquide.
Bromotérébène	$C^{40}H^{24}Br^{8}$	1,975 à 20°		0,0000	0,00000	Liquide.
Colophène	$C^{80}H^{64}$	0,939 à 25°	9,526?	0,0000	0,00000	Liquide.
Chlorhydrate de colophène	$C^{80}H^{64}$, ChH?			0,0000	0,00000	Liquide.
Chlorocolophène	$C^{88}H^{48}Ch^{16}$			0,0000	0,00000	Solide.
Monochlorocolophène	$C^{80}H^{64}Ch^{8}$			0,0000	0,00000	Solide.
Camphilène	$C^{40}H^{32}$			0,0000	0,00000	Liquide.
Térébilène	$C^{40}H^{32}$	0,860 0,843 à 20°	4,763	0,0000	0,00000	Liquide.
Colophilène	$C^{80}H^{64}$			0,0000	0,00000	Liquide.
Chlorure d'essence de térébenthine	$C^{40}H^{24}Ch^{8}$	1,360 à 15°		+0,12854	+0,0786	Liquide.
Bromure d'essence de térébentine	$C^{40}H^{24}Br^{8}$	1,978 à 20°		+0,024	+0,08	Liquide.
Colophane ou oxide d'essence de térébenthine	$C^{80}H^{4}O^{64}$			+0,10864	+0,1267	Solide.

» Les difficultés du sujet abordé par l'auteur, le soin consciencieux qu'il a porté à toutes ses expériences et la nouveauté de quelques-uns de ses résultats, ont déterminé la Commission à proposer à l'Académie d'insérer son Mémoire dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur un indicateur de niveau pour les chaudières à vapeur, présenté par* M. **Daillot.**

(Commissaires, MM. Arago, Séguier rapporteur.)

« M. Daillot, inspecteur des bateaux à vapeur, a présenté à l'examen de l'Académie un appareil indicateur du niveau de l'eau dans les chaudières à vapeur.

» L'administration s'efforce, vous le savez, messieurs, de faire participer à la surveillance des machines à vapeur tous les passagers d'un bateau : c'est dans ce but unique que ses réglements ont prescrit de placer sur le pont du navire et d'une manière accessible à tous les regards, les manomètres qui indiquent la pression et les soupapes de sûreté qui en limitent la tension.

» Jaloux de seconder les vues de l'autorité, M. Daillot a pensé qu'il s'associerait utilement à sa juste sollicitude, s'il parvenait à soumettre au contrôle général, sur le tillac du bateau, l'état du niveau d'eau dans la chaudière. Ces indications sont habituellement perçues par les seuls chauffeurs ou mécaniciens dans la chambre du mécanisme.

» C'est ce desir qui l'a conduit à la simple mais ingénieuse disposition mécanique qu'il vous soumet aujourd'hui. M. Daillot a pris le soin d'en étudier et constater les utiles effets par une application pratique suffisamment prolongée sur plusieurs bateaux à vapeur de la haute Seine.

» L'appareil indicateur de M. Daillot consiste en une colonne creuse de métal implantée sur la chaudière; l'extrémité inférieure de cette colonne plonge dans le liquide lorsque celui-ci est en suffisante quantité dans la chaudière; dans le cas contraire, son orifice inférieur s'ouvre dans la vapeur. Un cylindre de verre continue et termine par en haut la colonne que nous venons d'indiquer. Une boule creuse, plus légère que le volume d'eau qu'elle peut déplacer, flotte dans le liquide dont la colonne est remplie. Tant que sa base est plongée dans l'eau, cette boule indique par sa position qu'il y a suffisamment d'eau dans la chaudière. Au moment où le niveau s'abaisse, l'eau est remplacée par de la vapeur dans la colonne et le cylindre de verre qui la termine; la boule n'est donc plus alors portée vers l'extrémité supérieure, elle tombe et demeure au bas du cylindre. C'est ainsi qu'elle avertit du changement intervenu dans l'état des choses.

» Un tableau portant deux traits vis-à-vis l'un desquels serait écrit le mot *sécurité*, tandis que le mot *danger* serait tracé en gros caractères au bout de l'autre, pourrait être placé derrière le cylindre de verre qui contient la boule indicatrice.

» La position de la boule visible pour tous provoquerait puissamment, dans le cas de son abaissement, l'attention des intéressés au salut commun; le danger serait ainsi signalé de suite à tous, il pourrait donc être combattu aussitôt par les ouvriers conducteurs de la machine. Une révélation certaine de leur négligence à maintenir le niveau provoquerait du reste de leur part une attention plus soutenue, et s'il fallait stimuler l'amour du

devoir par l'intérêt pécuniaire, une amende pourrait être la conséquence de tout abaissement de la boule indicatrice.

» L'un de vos Commissaires a vu l'appareil de M. Daillot en fonction, et il s'est assuré de ses utiles effets. Nous pensons donc que cet indicateur, dont la construction est encore susceptible de quelques légères modifications pour la rendre plus facile et moins dispendieuse, est conçu et exécuté d'après un principe rationnel; nous vous proposons en conséquence de déclarer que, comme appareil indiquant aux yeux l'état du niveau d'eau dans une chaudière, il mérite votre approbation. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Recherches sur le strabisme; par* M. **Lucien Boyer.**

(Renvoi à la section de Médecine et de Chirurgie.)

« Dans le travail que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, j'ai eu pour objet, dit M. Lucien Boyer, de chercher à établir des règles sûres qui pussent guider le chirurgien dans l'opération du strabisme. Pour arriver à ce but, j'ai cru qu'il ne suffisait pas de bien connaître la disposition des diverses parties qui concourent aux mouvements de l'œil, mais qu'il était encore nécessaire d'acquérir des notions plus précises sur leurs fonctions, ce qui m'a conduit à faire des expériences sur des animaux vivants. Ces expériences avaient d'ailleurs à mes yeux un autre genre d'utilité, puisque l'autopsie des animaux qui y avaient été soumis, faite à des époques plus ou moins rapprochées de l'opération, permettait de suivre, de jour en jour, la marche de la cicatrisation, et de constater le mode de réunion des parties divisées par l'instrument tranchant. »

Après avoir présenté, dans son Mémoire, le résultat de ses recherches sur ces différents points, l'auteur fait connaître le procédé opératoire auquel il s'est arrêté.

« Ce procédé, dit-il, se rapproche de celui de Stromeyer et de Dieffenbach; mais, comme on va le voir, il en diffère aussi à certains égards: au lieu de saisir la conjonctive ou même la sclérotique avec les airignes ou crochets aigus qu'emploient la plupart des opérateurs, instruments qui

peuvent déchirer la sclérotique ou la cornée et déterminer des accidents graves, ainsi que je l'ai observé sur les animaux, je les ai remplacés par des pinces au moyen desquelles je saisis la membrane muqueuse et lui fais former un pli sur lequel portera mon incision. Je ne place mes élévateurs qu'après avoir placé la première de ces pinces. Je n'emploie aucun instrument piquant ni tranchant, mais seulement des ciseaux courbes, mousses à l'extrémité. Aussitôt que j'ai incisé la membrane muqueuse et la couche celluleuse sous-jacente, je fais saisir avec la première pince l'insertion aponévrotique du muscle; cette manœuvre me permet d'éviter l'arrachement de la conjonctive, et de diriger le globe de l'œil avec plus de précision : j'introduis entre le muscle et la sclérotique l'extrémité du crochet mousse qui contourne l'insertion du muscle et le ramène en avant. Ayant remarqué que l'on éprouve quelquefois de la difficulté à passer la branche des ciseaux sous le muscle pour le couper, j'ai fait construire un crochet double dont les deux branches s'écartent par le mécanisme des pinces croisées, soulèvent le muscle et permettent de le couper à distance du globe de l'œil sans risquer de blesser la sclérotique.

» Il importe après l'opération de s'assurer immédiatement si l'œil n'est point encore retenu dans sa direction vicieuse; dans ce cas on peut être certain qu'il reste quelque chose à faire, et l'on doit sans hésiter poursuivre son opération. Il faut s'assurer d'abord s'il ne reste pas quelques fibres du muscle, ou quelques adhérences celluleuses de la gaîne, en portant le crochet mousse en haut et en bas de la plaie et en arrière, on s'assure que le globe de l'œil est libre de toute adhérence, dans le quart de sphère qui correspond à la plaie; s'il est encore retenu, il faut débrider l'aponévrose intermédiaire aux muscles droits jusqu'au voisinage du droit supérieur et du droit inférieur; si cela ne suffit pas encore, il faut couper les fibres internes de ces muscles, et l'on voit enfin l'œil, dépouillé de ses adhérences dans un grand tiers de sa périphérie, se redresser dans l'orbite et prendre sa position normale. On peut dire, sans crainte d'erreur, que la cause de beaucoup d'insuccès est dans l'inobservation de ces préceptes, dans la trop grande timidité qui a présidé à l'opération, ou dans la rapidité trop grande avec laquelle on a voulu l'exécuter. »

M. Malebouche lit un Mémoire ayant pour titre : *Des causes du bégaiement et de son traitement.*

Dans ce Mémoire l'auteur s'attache à prouver que la guérison du bé-

gaiement et des autres vices de la parole doit être cherchée bien moins dans les résultats d'une opération chirurgicale, que dans ceux d'une sorte de gymnastique des organes vocaux. Il s'attache à faire voir que si ces exercices n'ont pas toujours produit les effets qu'on en attendait, c'est qu'ils n'avaient pas été dirigés d'une manière convenable; parce que les médecins qui les prescrivaient ne s'étaient pas bien rendu compte du rôle que joue chacun des organes vocaux dans les différentes articulations. La classification des consonnes en labiales, linguales, dentales et gutturales ne lui paraît pas conforme à l'observation, et il en propose une autre dans laquelle les articulations sont divisées en quatre nouvelles catégories, suivant que la langue, pour les produire, se porte en avant, en haut, en arrière, ou enfin à la fois en arrière et en haut. Sa méthode de traitement consiste donc dans des exercices destinés à donner à la langue la facilité d'exécuter franchement et complétement celui ou ceux de ses mouvements qu'elle ne faisait jusque-là qu'avec hésitation ou à demi. Ces exercices, par conséquent, varient suivant la nature du vice de la parole auquel on se propose de remédier.

(Commissaires, MM. Magendie, Dutrochet, Roux.)

M. Laignel lit un Mémoire ayant pour titre: *Des eaux courantes dans les fleuves et les rivières.*

(Commissaires, MM. Coriolis, Séguier, Poncelet, Piobert.)

CORRESPONDANCE.

M. Dumont d'Urville annonce qu'après avoir pris les ordres de M. le Ministre de la Marine, il a chargé M. *Dumoulin,* l'un des officiers employés dans l'expédition de *l'Astrolabe* et de *la Zélée,* de faire parvenir à l'Académie des Sciences tous les registres dans lesquels sont consignées les observations d'hydrographie, de physique, de météorologie, etc., faites pendant le cours de ce voyage. M. d'Urville prie l'Académie de vouloir bien renvoyer à l'examen d'une Commission ces divers documents scientifiques.

« Le desir bien légitime de faire connaître les résultats des pénibles travaux de mes compagnons de voyage, est, dit M. d'Urville, le seul motif

qui me porte à adresser cette demande. Pour moi, je ne réclame d'autre mérite que celui d'avoir dirigé la route des deux corvettes, de manière à rendre aux sciences et à la navigation les plus grands services, et d'avoir procuré à mes collaborateurs tous les moyens qui dépendaient de moi pour faire fructifier leurs efforts persévérants. »

M. Dumont d'Urville, dans une autre partie de sa lettre, annonce que les collections formées dans le cours de cette campagne ont été déjà déposées au Muséum d'Histoire naturelle.

Une Commission, composée de MM. Arago, Beautemps-Beaupré, de Blainville, Élie de Beaumont, Ad. Brongniart, Audouin, Serres, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, est chargée de faire un rapport sur l'ensemble des résultats obtenus.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Puits artésien de Grenelle.*

M. **Arago** rend un compte verbal de la série de travaux à l'aide desquels M. *Mulot* est parvenu à creuser le puits artésien de l'abattoir de Grenelle, jusqu'à la nappe d'eau située sous la craie. Nous attendrons la relation détaillée de cette grande entreprise, relation que la Ville de Paris publiera prochainement, pour en entretenir les lecteurs du *Compte rendu*. Nous nous contenterons aujourd'hui de dire :

Que le trou de sonde était descendu à 548 mètres quand l'eau commença à jaillir à la surface du sol;

Que la température de l'eau est d'environ 28° centigrades;

Que malgré la masse de sable dont l'embouchure du puits est actuellement recouverte, l'écoulement à la surface du sol, se monte à 4 millions de litres en 24 heures;

Que cette eau, d'après l'analyse de M. Pelouze, est plus pure que l'eau de Seine;

Que le sable aquifère du puits est identique, comme M. Élie de Beaumont l'a reconnu, avec le sable quarzeux provenant des affleurements de la formation de sable vert inférieur, observés à *Allichamps*, près Vassy (Haute-Marne); à *Château-Lavallière* (Indre-et-Loire); à *Parigné* (Sarthe); etc.

PHOTOGRAPHIE. — M. **Arago** met sous les yeux de l'Académie, une admirable planche que M. *Fizeau* a obtenue, en faisant déposer du cuivre sur une épreuve daguerrienne fortifiée par le sel d'or, à l'aide de la méthode galvano-plastique. Cette planche de cuivre se distingue de tout ce qui avait

été tenté en ce genre, par son étonnante perfection et, aussi, par la circonstance, non moins remarquable, que dans l'opération l'épreuve daguerrienne n'a éprouvé aucune altération.

M. **Arago** présente également deux portraits faits d'après nature au moyen des procédés photographiques, mais à l'aide d'une chambre noire dans laquelle la lentille unique est remplacée par quatre lentilles. Grâce à cette substitution et à quelques autres modifications dans la partie chimique de l'opération, M. *Geoffroy de Dreger*, de Vienne, obtient un portrait sans qu'il soit nécessaire d'exposer aux rayons du soleil la personne dont on veut reproduire le visage.

La séance est levée à 5 heures $\frac{1}{2}$.

A.

ERRATA.

(Séance du 22 février 1841.)

Page 390, ligne 25, *au lieu de* par M. C. Felice, *lisez* par M. Milanesio.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 8, in-4°.

Mémoires de l'Académie des Sciences morales et politiques; vol. 3, in-4°.

Physique du globe. — Observations entreprises dans le but de prévoir si l'Eau s'élèvera au-dessus de la surface du sol dans le puits foré de l'abattoir de Grenelle; par M. Walferdin. (Extrait des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séance du 11 novembre 1839.) ½ feuille in-4°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; n° 9, 15 février 1841, in-8°.

Traité des Maladies nerveuses ou Névroses; par M. H. Musset; 1840, in-8°.

Études sur l'Essence de Térébenthine; par M. Deville. (Extr. des *Ann. de Chim. et de Phys.*, tome 75.) In-8°.

Des causes physiologiques de la sociabilité chez les Animaux, et de la civilisation dans l'Homme; par M. Virey; broch. in-8°.

Description des Mollusques fluviatiles et terrestres dans le département de l'Isère; par M. Albin Gras; Grenoble, 1840, in-8°.

Nouveau traitement prompt et facile des Fièvres intermittentes, des Congestions cérébrales et de l'Apoplexie; par M. Brayer; Paris, 1841, in-8°.

Mémoire sur les Épanchements dans la Poitrine et sur un nouveau procédé opératoire pour retirer les Fluides épanchés sans laisser pénétrer l'air dans le thorax; par M. Reybard; Lyon, in-8°.

Examen critique du Cultivateur aveyronnais de M. Rodat; par M. Girou de Buzareingues; in-8°.

Note abrégée relative aux Obos ou Tumulus du Bosphore Cimmérien, analogues aux Stoupas de l'Inde occidentale; par M. de Paravey; ½ feuille in-8°.

Journal des Connaissances médicales; février 1841, in-8°.

Recherches sur diverses applications de l'Analyse infinitésimale à la théorie des Nombres; par M. Lejeune-Dirichlet; 2e partie. (Extr. du *Journal des Mathématiques* de M. *Crelle*, tome 21.) In-4°.

Cours élémentaire de Chimie inorganique, à l'usage des Écoles et Colléges; par M. Louyet; Bruxelles, 1841, 1re liv., in-8°.

Nicolai Damasceni de Plantis libri duo Aristoteli vulgo adscripti. Ex Isaaci Ben Honain versione arabica latine vertit Alfredus.... Recensuit, addito apparatu critico, E.-H.-F. Meyer; Leipzic, 1841, in-8°.

Die heilung.... *Lettre à l'Institut de France sur la guérison du Bégaiement par une nouvelle opération chirurgicale imaginée par* M. Dieffenbach; Berlin, 1841, in-8°.

Memorie.... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Turin;* 2e série, tome 2; Turin, 1841, in-4°.

Effemeridi.... *Ephémérides d'Astronomie de Milan, pour l'année* 1841, *avec un Appendice d'Observations et de Mémoires astronomiques;* Milan, 1840, in-8°.

Programma.... *Programme de l'Académie des Sciences de l'Institut de Bologne pour le Prix concernant le Galvanisme, fondé par* Aldini, *concours de* 1842. — Question proposée : *Indagare nuovamente le leggi o proprieta, e l'origine di quella corrente electrica, cui il rin. cav. Nobili volle chiamare* corrente propria della Rana, *scrutinando, ed illustrando gli esperimenti relativi di esso Nobili, del prof. Matteucci e di altri ancora.*

Gazette médicale de Paris; n° 9, in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 25, 27 et 28.

L'Expérience, journal de Médecine, n° 191; in-8°.

La France industrielle; 25 février 1841.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — FÉVRIER 1841.

Jours du mois.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT du ciel à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Maxim.	Minim.		
1	763,37	− 4,6		762,43	− 3,0		760,89	− 2,5		760,05	− 4,4		− 2,4	− 5,6	Neige, gros flocons......	E. N. E.
2	757,29	− 6,0		756,20	− 5,3		755,82	− 5,0		756,01	− 6,2		− 4,8	− 6,9	Neige..............	N. E.
3	757,74	− 6,8		757,60	− 4,3		756,83	− 2,6		755,40	− 6,8		− 2,3	− 9,2	Couvert..............	N. E.
4	748,29	− 6,0		746,52	− 3,7		745,51	− 3,4		745,77	− 3,7		− 3,2	− 9,0	Couvert..............	N. E.
5	747,22	− 3,1		747,18	− 3,2		746,90	− 1,4		746,36	− 1,8		− 0,9	− 4,3	Couvert, brouillard.....	N. E.
6	743,82	− 4,2		743,84	− 3,8		743,33	− 3,5		743,97	− 5,2		− 3,5	− 4,9	Couvert..............	N. E.
7	741,34	− 4,8		740,70	− 3,2		739,76	− 2,0		739,79	− 2,3		− 2,0	− 5,9	Couvert..............	E.
8	740,69	− 0,2		740,94	+ 2,0		740,76	+ 2,2		742,53	+ 4,6		+ 2,2	− 2,7	Couvert, brouillard.....	E. N. E.
9	746,81	+ 3,1		747,66	+ 6,9		748,36	+ 7,2		752,12	+ 0,5		+ 7,4	+ 2,2	Couvert..............	S. O.
10	758,40	− 1,2		758,71	− 0,3		758,36	+ 0,1		758,01	+ 0,6		+ 0,8	− 1,9	Bruine..............	N. E.
11	757,16	+ 1,9		755,56	+ 3,5		754,48	+ 5,7		753,06	+ 2,7		+ 5,7	+ 0,4	Couvert..............	S. E.
12	751,83	+ 4,1		752,42	+ 6,4		753,12	+ 8,5		755,41	+ 4,2		+ 8,5	+ 1,3	Pluie fine..............	S. S. O.
13	754,05	+ 5,2		751,75	+ 8,4		749,25	+10,7		746,22	+ 8,1		+10,7	+ 1,0	Couvert..............	S. S. E.
14	743,55	+ 8,6		743,48	+10,5		743,22	+12,2		744,40	+ 5,9		+12,8	+ 7,0	Pluie fine..............	S. S. O.
15	742,96	+ 6,7		740,41	+10,7		738,69	+10,2		736,73	+ 9,0		+11,7	+ 4,4	Nuageux..............	S.
16	734,39	+ 8,5		734,43	+11,7		734,24	+12,9		733,95	+10,5		+13,1	+ 6,3	Nuageux..............	S.
17	743,63	+ 8,6		745,52	+11,2		746,14	+11,4		750,60	+ 7,3		+11,5	+ 7,1	Très nuageux..........	S.
18	749,73	+ 6,7		748,65	+ 9,4		747,03	+11,5		747,12	+ 9,2		+11,5	+ 3,5	Couvert..............	S. E.
19	750,33	+ 9,0		751,44	+12,9		751,82	+12,3		753,93	+ 8,7		+13,5	+ 6,7	Très nuageux..........	S.
20	755,75	+ 7,4		755,67	+11,3		756,18	+ 9,6		758,36	+ 6,1		+11,5	+ 5,1	Couvert..............	S.
21	761,70	+ 4,8		761,70	+10,0		761,67	+11,6		763,72	+ 6,2		+11,8	+ 2,1	Beau..............	O.
22	763,96	+ 5,2		763,90	+ 5,6		763,17	+ 6,3		763,64	+ 5,3		+ 6,6	+ 4,0	Couvert..............	N.
23	764,04	+ 1,9		763,64	+ 2,0		762,96	+ 1,8		763,48	+ 0,6		+ 2,0	+ 1,3	Couvert..............	N. E.
24	763,13	− 0,4		762,85	− 0,2		762,26	0,0		762,80	+ 0,4		0,0	− 1,0	Couvert..............	N.
25	762,90	− 1,0		762,26	0,0		760,82	+ 1,2		760,51	+ 2,5		+ 2,4	− 2,0	Couvert..............	N.
26	753,73	+ 3,5		752,86	+ 6,6		751,44	+ 6,4		749,28	+ 3,2		+ 6,5	+ 0,3	Couvert..............	O. N. O.
27	748,49	+ 2,1		750,09	+ 4,0		750,29	+ 4,9		753,12	+ 1,8		+ 4,9	+ 1,6	Couvert..............	N.
28	753,26	+ 1,5		753,18	+ 3,7		752,57	+ 4,2		751,72	+ 2,3		+ 4,5	− 1,9	Très nuageux..........	N. N. O.
1	751,30	− 3,4		750,18	− 1,7		749,65	− 1,1		750,01	− 2,5		− 0,9	− 4,7	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.,
2	748,34	+ 6,7		747,93	+ 9,6		747,42	+10,5		747,98	+ 7,2		+11,0	+ 4,2	... Moy. du 11 au 20	Cour. 2,494
3	758,90	+ 1,8		758,81	+ 4,0		758,14	+ 4,5		758,53	+ 2,8		+ 4,9	+ 0,5	... Moy. du 21 au 28	Terr.. 2,156
	752,41	+ 1,6		751,50	+ 3,9		751,27	+ 4,6		751,71	+ 2,4		+ 5,0	0,0	.... Moyennes du mois....	+ 2,50

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 MARS 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MATHÉMATIQUES. — *Sur un Mémoire de* M. Gauss *relatif à l'Optique analytique; par* M. Biot.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, le tome Ier de la 3e édition de mon *Traité d'Astronomie*, sans les planches qui l'accompagneront, lesquelles ne sont pas encore entièrement gravées; et je la prie de vouloir bien entendre les motifs qui nécessitent, de ma part, ce dépôt anticipé.

» Dans l'exposition que j'ai déjà faite devant elle, le 8 février dernier, des principales modifications que j'ai apportées à cet ouvrage, j'ai mentionné une théorie générale des appareils optiques, établie, pour le cas des petites incidences, sur des principes entièrement nouveaux. Or, dans le numéro du journal *l'Institut*, qui a paru le 25 du même mois, on annonce un travail de M. Gauss, sur les appareils purement dioptriques, qui me paraît avoir le même but, et être dirigé par des intentions analogues, pour ce cas spécial. Le directeur de ce journal scientifique a bien voulu me confier le

bulletin original de la Société de Gœttingue, où cette annonce est consignée, et accompagnée d'un court extrait. Je demande à l'Académie la permission de lui faire connaître ce qu'il paraît y avoir de commun ou de différent, dans le travail de M. Gauss et dans le mien; comme aussi de spécifier les dates de publication, qui donnent à nos recherches une complète indépendance.

» Le bulletin imprimé à Gœttingue, est daté du 18 janvier 1841; et le Mémoire de M. Gauss y est annoncé comme ayant été lu le 10 décembre précédent, sous le titre de *Recherches dioptriques*. Cela suffirait déjà pour établir l'individualité de l'un et de l'autre travail. Car le mien comprend, dans les mêmes formules, les appareils optiques de toute nature, tandis que celui de M. Gauss, d'après son titre, s'applique uniquement aux appareils qui opèrent par transmission. En outre, l'extrait qui a été publié à Gœttingue, le 18 janvier, n'aurait pas pu matériellement me fournir l'ensemble de résultats que j'ai annoncés à l'Académie le 8 février suivant, et qui étaient déjà imprimés alors, quoique non encore publiés. Je pourrais, au besoin, ajouter, que j'en avais exposé la plus grande partie, l'été dernier, dans plusieurs séances du Bureau des Longitudes, pour consulter les membres de cette compagnie sur les applications que j'en avais faites, ou que j'en voulais faire. J'avais aussi communiqué à plusieurs membres de l'Académie qui m'honorent de leur amitié, ceux de ces résultats qui me paraissaient les plus saillants; et enfin ce même travail a été le sujet de mon cours public à la Faculté des Sciences, pendant le semestre qui va se terminer.

» Au reste, en vertu d'un hasard heureux, dans une pareille rencontre, la même intention analytique paraît avoir été réalisée, ici et à Gœttingue, au moyen de procédés tout-à-fait différents. Après avoir rappelé les recherches de Côtes, d'Euler et surtout le beau Mémoire de Lagrange sur la marche d'un rayon lumineux à travers plusieurs lentilles disposées en divers points d'un même axe central, M. Gauss remarque, comme je l'avais fait, que tant de travaux laissaient encore l'Optique analytique très incomplète, en ce qu'on y néglige presque toujours les épaisseurs centrales des lentilles, à cause de l'excessive complication que les formules acquièrent quand on veut y avoir égard généralement. Il aurait pu ajouter qu'elle l'était aussi, en ce qu'on y établissait seulement le calcul pour des rayons contenus dans un plan diamétral du système des lentilles, au lieu de l'établir pour des rayons de direction quelconque, sous la seule condition de ne former jamais que de très petits angles autour de l'axe central commun. Mais cette exten-

sion du problème, qui est comprise dans mes formules, ne paraît pas avoir attiré son attention.

» Pour se débarrasser des épaisseurs, M. Gauss considère le point de l'axe de chaque lentille que les physiciens ont appelé son *centre optique*, sans qu'on puisse, comme il le remarque, trouver aucun motif de cette dénomination, et sans qu'on en ait tiré jusqu'ici aucune utilité. Le point ainsi appelé est tel, que si de là on mène une droite qui coupe les deux surfaces antérieures et postérieures de la lentille, les rayons de courbure aux deux points d'intersection, sont toujours parallèles entre eux. De sorte qu'en considérant la portion de la droite comprise dans la lentille, comme un rayon réfracté intérieur, le rayon incident dont il dériverait, et le rayon émergent qui en résulterait, sont nécessairement parallèles l'un à l'autre. M. Gauss remarque en outre que tous les rayons incidents, et tous les rayons émergents ainsi obtenus, forment deux pinceaux qui vont couper l'axe central en deux points différents, qu'il appelle *premier et deuxième point principal de la lentille*. L'introduction de ces deux points dans le calcul paraît lui permettre de suivre, et d'exprimer la marche de tous les autres rayons, aussi simplement que si la lentille considérée était sans épaisseur centrale. De sorte qu'en appliquant la même transformation successivement, à toutes les lentilles qui composent un appareil dioptrique quelconque, le calcul des effets résultants se conduit et s'effectue comme pour un système de lentilles infiniment minces. Voilà, du moins, l'idée que j'ai pu me former de la méthode suivie par M. Gauss, d'après l'extrait original que j'ai eu sous les yeux.

» Ces deux points remarquables de l'axe central, que M. Gauss a considérés, ne m'ont pas été inconnus, comme on peut le voir à la page 473 de mon ouvrage, où je les désigne par la dénomination de *centres conjugués*. Selon ce que je démontre alors, dans tout système, je ne dis pas seulement dioptrique, mais dans tout système optique quelconque, composé de surfaces sphériques assemblées sur un même axe, et contiguës à des milieux d'égale ou d'inégale réfringence, il existe toujours sur l'axe central deux points tels que si, de l'un, on mène un rayon incident à la première surface du système dans le milieu antérieur, sous les restrictions d'obliquité nécessaires pour l'admissibilité, ce rayon, après avoir subi l'action de toutes les surfaces, sort dans le milieu postérieur en passant, réellement ou virtuellement, par le second point conjugué de l'axe, et en suivant une direction parallèle à celle qu'il avait d'abord dans son incidence. La position de ces deux points dans un système optique quel-

conque s'exprime avec une extrême simplicité en fonction des trois coefficients généraux; et elle se déduit de la condition du parallélisme par un calcul plus court que ne l'a été ici l'énoncé de cette propriété. Mais après les avoir fait ainsi connaître, comme conséquence analytique des formules générales, je ne les ai pas employés pour passer des systèmes optiques quelconques aux systèmes purement dioptriques; car, en cela encore, j'ai dû suivre une marche différente de celle de M. Gauss.

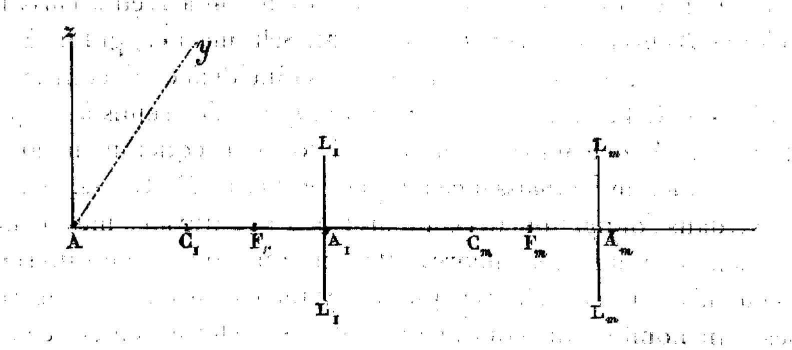
» En effet, ce passage n'est pour moi qu'une question d'abréviation, puisque j'emploie les mêmes formules générales pour tous les systèmes. Et aussi n'ai-je pas eu besoin d'y recourir pour les applications que j'ai faites, dans ce premier volume, à des appareils dioptriques peu complexes. Mais, lorsque les lentilles assemblées se multiplient, et sont environnées, comme c'est l'ordinaire, d'un même milieu ambiant, la périodicité du retour du rayon à une même vitesse, permet d'introduire dans la formation des coefficients généraux, une modification analytique qui contracte le nombre de leurs termes explicites et le réduit exactement à moitié. Au moyen de cette modification, il s'établit entre les éléments angulaires d'émergence des lentilles successives, comme aussi entre les coordonnées antérieures d'incidence sur leurs premières surfaces, des lois de dérivation exactement pareilles à celles qui auraient lieu pour de simples surfaces sphériques, ou pour des lentilles infiniment minces, assemblées en même nombre que les lentilles réelles. Les épaisseurs centrales ne se montrent explicitement que lorsqu'on veut obtenir une quelconque des ordonnées d'émergence, en la dérivant de l'ordonnée d'incidence antérieure sur la même lentille. Car l'évaluation séparée de ces ordonnées est indispensable pour l'explication complète des effets produits par les appareils dioptriques; et les premières seules se prêtent à une loi simple de dérivation. Il y a déjà plusieurs années que j'étais parvenu, par cet artifice, à étendre aux lentilles d'une épaisseur quelconque les formules trouvées par Lagrange pour les systèmes de lentilles infiniment minces. Et c'est la singulière simplicité des résultats, ainsi présentés, qui m'a fait penser que les mêmes formes analytiques devaient s'appliquer à des systèmes optiques quelconques, ce qui s'est en effet vérifié. Je ne doute pas que M. Gauss ne soit conduit à la même généralisation par ses formules actuelles, s'il n'y est déjà parvenu depuis la lecture de son Mémoire sur les systèmes purement dioptriques. C'est pourquoi, bien que les applications ultérieures que j'ai annoncées ne puissent maintenant se déduire de mes formules générales qu'en les restreignant comme je viens de le dire, cependant je présente ici à l'Académie la portion encore inédite

que le célèbre astronome s'est proposé est donc plus restreint, sous ces du manuscrit où elles sont consignées, en priant M. le Secrétaire perpétuel de vouloir bien en parapher seulement les neuf premières pages, qui contiennent le procédé de limitation dont il s'agit, afin de n'avoir pas à en justifier ultérieurement l'emploi. J'espère qu'on ne se trompera pas sur le motif qui me fait prendre ces précautions dans une concurrence pareille. Elles me sont aussi nécessaires qu'elles le seraient peu pour M. Gauss, parce qu'on sait bien, qu'en fait de géométrie, il n'a besoin de rien emprunter à personne. Je dois sans doute me féliciter d'avoir compris, en même temps que lui, les perfectionnements qui restaient à faire dans une science aussi étudiée que l'optique analytique, et d'avoir réussi, peut-être, à les effectuer un peu plus généralement, par des procédés différents des siens. Mais je dois surtout m'estimer heureux d'avoir pu échapper, vie et bagues sauves, au périlleux honneur de m'être rencontré avec lui sur un même terrain de recherches. Pour terminer cet exposé par une sorte de signature géométrique, j'énonce ici, en Note, une relation singulière des *points principaux* de M. Gauss, ou des *centres conjugués*, comme je les appelle, avec les distances focales principales, directe et réciproque, dans un système optique quelconque, lorsqu'on borne le calcul aux petites incidences, comme nous l'avons fait tous deux. Cette relation, très simple, prend une forme plus abrégée encore quand on la restreint aux systèmes purement dioptriques, ou à ceux qui, avec une portion dioptrique, contiendraient en outre un nombre quelconque pair de miroirs; pourvu que leur première et leur dernière surface soient extérieurement contiguës à un même milieu ambiant. Je ne doute pas qu'il ne soit très facile à M. Gauss de déduire cette relation de ses formules, pour les systèmes purement dioptriques, s'il ne l'a remarquée déjà.

» Les lignes précédentes étaient écrites, lorsqu'on a reçu à Paris le numéro 415 des *Nouvelles astronomiques* de M. Schumacher, publié à Altona le 25 février dernier. Or, par une singulière coïncidence, il contient aussi un Mémoire de M. Bessel, sur la dioptrique, qui a été remis à ce journal pendant le mois de décembre 1840, et qui doit conséquemment avoir été composé sans aucune connaissance des recherches de M. Gauss. Je me suis alors trouvé dans l'obligation de comparer aussi ce travail à mes formules; et, heureusement pour moi encore, elles en sont tout-à-fait différentes.

» M. Bessel n'a voulu considérer que les systèmes purement dioptriques, composés d'un nombre quelconque de lentilles, extérieurement contiguës à un même milieu ambiant, et traversées par des rayons lumineux compris dans un plan diamétral mené suivant leur axe commun. Le problème

divers rapports, que celui que j'avais cherché à résoudre. M. Bessel rappelle d'abord les formules trigonométriques rigoureuses, au moyen desquelles on peut déterminer la marche d'un rayon lumineux à travers une seule lentille, par un calcul successif, lorsque ce rayon est dirigé dans un plan diamétral, comme il l'a supposé; et il montre comment on peut le conduire ainsi successivement à travers un nombre quelconque de lentilles consécutives. Restreignant alors ces formules à des incidences très petites, il en déduit les expressions simplifiées de ses éléments d'intersection sur les diverses surfaces du système, en ayant égard aux épaisseurs ainsi qu'aux intervalles quelconques des lentilles dont ce système est composé. Il ne reste donc qu'à effectuer généralement l'élimination de tous les points d'intersection intermédiaires entre la première et la dernière surface, pour avoir les éléments d'émergence en fonction des éléments d'incidence; et c'est là précisément en quoi consiste toute la difficulté du problème à résoudre. M. Bessel y parvient au moyen d'une analyse fondée sur l'emploi des fractions continues algébriques. La marche que j'ai suivie, pour le cas général que j'ai considéré, est tout-à-fait différente de celle-là, et ressemble beaucoup plus à celle de Lagrange que j'avais prise pour modèle. Car, chacune des projections latérales du rayon lumineux suit des lois de dérivation pareilles à celles que Lagrange avait trouvées, pour sa route directe, comprise dans un plan diamétral des surfaces assemblées; de sorte que j'ai eu seulement à effectuer les éliminations dans chacun de ces systèmes de projection, en conservant tous les intervalles des surfaces, dont il avait négligé la portion intérieure aux lentilles qu'il considérait. Mon travail n'est ainsi qu'une extension du sien; et c'est à cela, sans doute, que je dois les expressions générales d'une simplicité si frappante, comme d'un emploi si facile, auxquelles j'ai été conduit.



Dans la figure ci-dessus, $L_1 L_1$, $L_m L_m$, représentent les profils de la première et de la

dernière surface, ayant leurs centres de figure en A_1 A_m, sur une même droite centrale qui est prise pour axe des abscisses x dont l'origine est en A. Les droites Ay, Az, représentent deux autres axes rectangulaires de coordonnées y et z, qui s'associent à la première pour déterminer généralement la marche des rayons lumineux; mais elles n'interviennent point dans le problème actuel, où l'on ne considère que des points situés sur l'axe central. Le système total contient un nombre m de surfaces, séparées par des milieux réfringents quelconques. Mais, en particulier, les surfaces extrêmes $L_1 L_1$, $L_m L_m$, sont extérieurement contiguës à des milieux, dans lesquels le rayon lumineux homogène que l'on veut considérer prend les vitesses u, u_m, lesquelles sont considérées comme positives quand elles éloignent les éléments lumineux de l'origine A, et comme négatives quand elles les en rapprochent; convention qui devient ici applicable, parce que le rayon lumineux considéré est censé n'éprouver que des inflexions très petites autour de l'axe central du système. Cela posé, je marque sur cet axe en C_1, et C_m, le premier et le dernier point principal de Mr Gauss, qui sont mes *deux centres conjugués* d'incidence et d'émergence; et je représente par D_1, D_m, leurs distances A_1C_1, A_mC_m, à leurs surfaces respectives, en considérant ces quantités comme positives quand ces points sont antérieurs aux surfaces relativement à l'origine A, et comme négatives quand ils se trouvent postérieurs à ces surfaces. Je marque de même en F_m le foyer principal direct du système pour les rayons considérés; c'est-à-dire le sommet du pinceau émergent dérivé d'un faisceau de ces rayons qui seraient parallèles à l'axe central dans leur incidence antérieure; et je marque aussi en F_r le foyer principal réciproque de ces mêmes rayons s'ils avaient traversé le système en sens inverse, avec les mêmes conditions de parallélisme primitif à l'axe central des x. Enfin, je représente par F_m, F_r les distances A_mF_m, A_1F_r de ces foyers à leurs surfaces respectives d'émergence, en considérant ces quantités comme positives ou comme négatives, selon que les distances sont antérieures ou postérieures aux surfaces, ainsi que je l'ai fait pour D_1 et D_m. Ceci convenu, et tout le système compris entre les surfaces extrêmes étant d'ailleurs quelconque, on a toujours la relation suivante:

$$u(D_1 - F_r) + u_m(D_m - F_m) = 0.$$

» Lorsque les milieux antérieurs et postérieurs sont d'égale réfringence, et que le système est purement dioptrique, ou si, étant en partie catoptrique, il contient un nombre pair de miroirs, les deux vitesses finales u, u_m, sont égales entre elles, et de même signe pour chaque espèce de rayon lumineux considéré. On a donc alors

$$D_1 + D_m = F_m + F_r,$$

c'est-à-dire que la somme des distances des deux *points principaux,* ou *centres conjugués*, à leurs surfaces respectives d'incidence et d'émergence, est alors égale à la somme des distances focales principales, directe et réciproque, comptées à partir de ces mêmes surfaces, pour une même espèce de rayons lumineux. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur la formation des fonctions alternées qui servent à résoudre le problème de l'élimination; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« L'équation finale, produite par l'élimination de plusieurs variables entre des équations linéaires, et présentée sous la forme la plus simple, a pour premier membre une fonction alternée. On peut même en dire autant de l'équation finale qui résulte de l'élimination d'une seule variable entre deux équations algébriques de degrés quelconques, puisque les méthodes de Bezout et d'Euler réduisent ce dernier problème au premier. Il importe donc de parvenir à former aisément les fonctions alternées. Telle est la question dont nous allons nous occuper.

» Considérons, pour fixer les idées, la fonction alternée qui, égalée à zéro, produit l'équation finale, résultante de l'élimination de x entre n équations linéaires de la forme

$$\begin{array}{l}
A_{0,0}\,x + A_{0,1}\,y + \ldots + A_{0,n-2}\,u + A_{0,n-1}\,v = 0,\\
A_{1,0}\,x + A_{1,1}\,y + \ldots + A_{1,n-2}\,u + A_{1,n-1}\,v = 0,\\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
A_{n-2,0}\,x + A_{n-2,1}\,y + \ldots + A_{n-2,n-2}\,u + A_{n-2,n-1}\,v = 0,\\
A_{n-1,0}\,x + A_{n-1,1}\,y + \ldots + A_{n-1,n-2}\,u + A_{n-1,n-1}\,v = 0.
\end{array}$$

Pour obtenir cette fonction alternée que nous appellerons s, on disposera d'abord en carré sur n lignes horizontales, et sur autant de lignes verticales, les coefficients que contiennent les équations linéaires données, comme on le voit ici

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{l}
A_{0,0},\ A_{0,1},\ \ldots, A_{0,n-2},\ A_{0,n-1},\\
A_{1,0},\ A_{1,1},\ \ldots, A_{1,n-2},\ A_{1,n-1},\\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
A_{n-2,0},\ A_{n-2,1},\ldots, A_{n-2,n-2},\ A_{n-2,n-1},\\
A_{n-1,0},\ A_{n-1,1},\ldots, A_{n-1,n-2},\ A_{n-1,n-1};
\end{array}\right.$$

puis on cherchera tous les produits que l'on peut former, en combinant ces coefficients n à n, de manière que les n facteurs de chaque produit appartiennent tous à des lignes horizontales différentes et à des lignes verticales différentes. Les produits, formés, comme on vient de le dire, se réduiront à celui dont les facteurs sont les coefficients situés sur l'une

des diagonales du carré, savoir, au produit

$$(2) \qquad A_{0,0}\,A_{1,1}\ldots\,A_{n-2,\,n-2}\,A_{n-1,\,n-1},$$

et à ceux que l'on peut en déduire à l'aide d'une ou de plusieurs opérations dont chacune consiste à échanger entre eux deux indices qui, dans deux facteurs différents, occupent la même place. La fonction alternée s sera la somme de tous ces produits, pris les uns avec le signe $+$, les autres avec le signe $-$; deux produits différents devant être affectés du même signe ou de signes contraires, suivant qu'on pourra les déduire l'un de l'autre à l'aide d'un nombre pair ou d'un nombre impair d'échanges opérés chacun entre deux indices de même espèce. Le nombre n des facteurs de chaque produit servira de mesure à ce que nous nommerons l'*ordre* de la fonction alternée.

» Concevons maintenant que l'on représente par P l'un quelconque des produits qui entrent dans la fonction alternée s. Supposons d'ailleurs que, dans cette fonction, le produit (2) en particulier soit affecté du signe $+$, et que, relativement au produit P, les divers indices

$$0,\ 1,\ 2,\ 3,\ldots,\ n-1,$$

soient partagés en divers groupes, deux indices i et j étant placés à la suite l'un de l'autre dans le même groupe, lorsque le produit P renferme le facteur

$$A_{i,j}.$$

Il suffira de connaître le système des groupes correspondants à un produit P, pour que ce produit se trouve complétement déterminé. Ainsi, par exemple, si l'indice i forme à lui seul un groupe, on en conclura qu'il est contenu dans un seul facteur du produit P, savoir, dans le facteur $A_{i,i}$; si l'indice i forme un groupe binaire

$$(i,\ i')$$

avec un autre indice i', on en conclura que les indices i, i' sont contenus seulement dans deux facteurs du produit P, savoir, dans les facteurs

$$A_{i,i'},\quad A_{i',i};$$

si les trois indices i, i', i'' forment un groupe ternaire

$$(i,\ i',\ i''),$$

on en conclura que le produit P renferme les trois facteurs

$$A_{i,i'},\ A_{i',i''},\ A_{i'',i};$$

et ainsi de suite. D'ailleurs, pour déduire le produit partiel

$$A_{i,i'}\ A_{i',i}, \quad \text{ou} \quad A_{i,i'}\ A_{i',i''}\ A_{i'',i}, \text{ etc.},$$

du produit partiel

$$A_{i,i}\ A_{i',i'}, \quad \text{ou} \quad A_{i,i}\ A_{i',i'}\ A_{i'',i''}, \text{ etc.},$$

qui renferme les mêmes indices dans le produit (2), il suffit évidemment d'opérer un seul échange entre les seconds indices i, i' des deux facteurs du produit partiel

$$A_{i,i}\ A_{i',i'},$$

ou deux échanges successifs entre les seconds indices des trois facteurs du produit partiel

$$A_{i,i}\ A_{i',i'}\ A_{i'',i''},$$

qui, en vertu de ces deux échanges, deviendra successivement

$$A_{i,i'}\ A_{i',i}\ A_{i'',i''},$$
$$A_{i,i'}\ A_{i',i''}\ A_{i'',i},$$
$$\text{etc.}$$

Donc, si le système des groupes correspondants au produit P présente f groupes formés chacun d'un seul indice, ou, ce qui revient au même, f indices isolés, g groupes binaires, h groupes ternaires, k groupes quaternaires, etc...; enfin l groupes composés chacun de n indices (l devant se réduire à zéro ou à l'unité), il suffira, pour passer du produit (2) au produit P, d'opérer entre les seconds indices des facteurs

$$A_{0,0},\ A_{1,1},\ldots,\ A_{n-1,n-1},$$

autant d'échanges qu'il y aura d'unités dans la somme

$$g + 2h + 3k + \ldots + (n - 1)l.$$

D'ailleurs, si l'on nomme m le nombre total des groupes, on aura non-seulement

$$(3) \qquad f + 2g + 3h + 4k + \ldots\ldots + nl = n,$$

mais encore

$$(4) \qquad f + g + h + k + \ldots\ldots + l = m,$$

et par suite

$$(5) \qquad g + 2h + 3k + \ldots + (n - 1)l = n - m.$$

Donc, pour passer du produit (2) au produit P, il suffira d'opérer entre les seconds indices des divers facteurs autant d'échanges qu'il y aura d'unités dans la différence $n - m$; et le produit P, dans la somme alternée s, devra être affecté du signe $+$ ou du signe $-$, suivant que la différence $n - m$ sera positive ou négative. On peut donc énoncer la proposition suivante, qui s'accorde avec le théorème énoncé dans l'*Analyse algébrique* (note IV, page 523).

» *Théorème.* Soit s une fonction alternée formée avec les quantités que renferme le tableau (1), et dans laquelle le produit

$$A_{0,0}A_{1,1} \ldots A_{n-2,n-2}A_{n-1,n-1}$$

soit affecté du signe $+$. Les divers termes de cette somme seront les divers produits que l'on peut former avec n facteurs de la forme

$$A_{i,j},$$

dans lesquels les n valeurs de i soient respectivement égales, à l'ordre près, aussi bien que les diverses valeurs de j, aux divers termes de la progression arithmétique

$$0, 1, 2, 3, \ldots, n - 1.$$

Soit d'ailleurs P l'un quelconque de ces produits, et supposons que, re-

lativement au produit P, les divers indices

$$0, 1, 2, 3, \ldots, n-1$$

soient partagés en divers groupes, deux indices

$$i \text{ et } j$$

étant placés à la suite l'un de l'autre dans le même groupe, lorsque le produit P renferme le facteur

$$A_{i,j}.$$

Si l'on nomme m le nombre total des groupes ainsi formés, le produit P sera, dans la somme alternée S, affecté du signe $+$ ou du signe $-$, suivant que la différence

$$n-m$$

sera un nombre pair ou un nombre impair.

» Si, dans la fonction alternée S, on nomme termes semblables ou de même espèce, deux termes qui se déduisent l'un de l'autre, quand aux indices

$$0, 1, 2, 3, \ldots, n-1,$$

rangés dans un certain ordre, on substitue respectivement ces mêmes indices rangés dans un ordre différent, les divers termes, semblables entre eux, seront évidemment ceux pour lesquels le nombre total des groupes d'indices, et même le nombre spécial des groupes de chaque nature restera le même, c'est-à-dire ceux pour lesquels on retrouvera les mêmes valeurs de $f, g, h, k, \ldots, l$. Cela posé, il suit évidemment du théorème énoncé que les termes semblables seront toujours affectés du même signe. Donc, dans le développement de la fonction alternée S, on pourra se borner à écrire un terme de chaque espèce, en ayant soin de placer devant ce terme la lettre caractéristique Σ pour indiquer la somme des termes semblables, qui pourront se déduire immédiatement du même terme avec la plus grande facilité. Pour obtenir d'ailleurs un terme correspondant à des valeurs données de

$$f, g, h, k, \ldots, l,$$

il suffira d'écrire à la suite les uns des autres, dans leur ordre de grandeur,

les indices

$$0, 1, 2, 3, \ldots, n-1,$$

et de partager ces indices en groupes, en considérant les premiers indices

$$0, 1, 2, \ldots, f-1$$

comme isolés, puis les indices suivants, en nombre égal à $2g$, comme formant les groupes binaires

$$(f, f+1), \quad (f+2, f+3), \ldots, (f+2g-2, f+2g-1),$$

puis les indices suivants, en nombre égal à $3h$, comme formant les groupes ternaires

$$(f+2g, f+2g+1, f+2g+2), \ldots, (f+2g+3h-3, f+2g+3h-2, f+2g+3h-1),$$
etc...

Ainsi, par exemple, si l'on prend $n = 7$, l'un des produits correspondants à

$$f = 2, \quad g = 1, \quad h = 1,$$

sera celui qui répond aux groupes

$$(0), \ (1), \ (2, 3), \ (4, 5, 6),$$

c'est-à-dire le produit

$$A_{0,0} A_{1,1} A_{2,3} A_{3,2} A_{4,5} A_{5,6} A_{6,4}.$$

Quant au nombre des diverses espèces de termes compris dans la somme alternée S, il sera évidemment égal au nombre des solutions différentes de l'équation

$$f + 2g + 3h + 4k + \ldots + nl = n,$$

qui correspondront à des valeurs entières, positives ou nulles des quantités

$$f, g, h, k, \ldots, l.$$

Si, pour fixer les idées, on suppose $n = 5$, alors, la valeur de n pouvant

être présentée sous l'une quelconque des formes

$$1+1+1+1+1,$$
$$1+1+1+2,$$
$$1+2+2,$$
$$1+1+3,$$
$$2+3,$$
$$1+4,$$
$$5,$$

les systèmes de valeurs de

$$f,\ g,\ h,\ k,\ l$$

se réduiront à l'un des sept systèmes

$$f=5,\quad g=0,\quad h=0,\quad k=0,\quad l=0,$$
$$f=3,\quad g=1,\quad h=0,\quad k=0,\quad l=0,$$
$$f=1,\quad g=2,\quad h=0,\quad k=0,\quad l=0,$$
$$f=2,\quad g=0,\quad h=1,\quad k=0,\quad l=0,$$
$$f=0,\quad g=1,\quad h=1,\quad k=0,\quad l=0,$$
$$f=1,\quad g=0,\quad h=0,\quad k=1,\quad l=0,$$
$$f=0,\quad g=0,\quad h=0,\quad k=0,\quad l=1;$$

et par suite, une fonction alternée du cinquième ordre renfermera sept espèces de termes.

» Il est facile de calculer pour une fonction alternée de l'ordre n, non-seulement le nombre total des termes, ou des diverses valeurs de P, mais encore le nombre des termes de chaque espèce; et d'abord, comme dans chaque valeur de P on peut supposer les divers facteurs rangés d'après l'ordre de grandeur des premiers indices, le nombre des valeurs diverses de P sera évidemment égal au nombre qui indique de combien de manières différentes on peut ranger à la suite les uns des autres les seconds indices, représentés par n quantités distinctes. Donc le nombre des divers termes de la fonction alternée s sera égal au produit

$$1.2.3\ldots n.$$

Cherchons maintenant le nombre des termes d'une espèce donnée, c'est-à-dire le nombre des valeurs de P qui correspondent à des valeurs données de

$$f,\ g,\ h,\ k,\ldots,\ l,$$

et représentons ce nombre par

$$N_{f,\,g,\,h,\,k,\ldots,\,l}.$$

Relativement à chacun des termes dont il s'agit, les indices

$$0,\ 1,\ 2,\ 3,\ldots,\ n-1,$$

pourront être partagés en m groupes, la valeur de m étant celle que détermine l'équation (4), puis écrits à la suite les uns des autres dans un ordre tel, que des indices placés dans un même groupe se suivent toujours immédiatement, et qu'aux indices isolés succèdent les indices compris dans les groupes binaires, puis dans les groupes ternaires, puis dans les groupes quaternaires, etc... D'ailleurs dans la série ou succession d'indices, obtenue comme on vient de le dire, on pourra opérer divers changements sans qu'elle cesse de correspondre au même terme, et sans que les conditions énoncées cessent d'être remplies. On pourra, par exemple, échanger entre eux, d'une manière quelconque, ou les f indices isolés, ou les g groupes binaires, ou les h groupes ternaires, etc...; on pourra encore, dans chaque groupe, écrire le premier un quelconque des indices dont il se compose; et, eu égard à la possibilité de ces divers changements, il est clair que les séries ou successions d'indices correspondantes à un même terme seront en nombre égal au produit

$$(1.2\ldots f)(1.2\ldots g)(1.2\ldots h)\ldots(1\ldots l).1^f 2^g 3^h\ldots n^l,$$

chacun des produits partiels

$$1.2\ldots f,\quad 1.2\ldots g,\quad 1.2\ldots h,\quad \text{etc.},\quad 1\ldots l,$$

devant être réduit à l'unité, quand la quantité

$$f,\ \text{ou}\ g,\ \text{ou}\ h,\ldots,\ \text{ou}\ l$$

se réduira simplement à zéro. D'ailleurs le nombre total des séries que l'on

pourra ainsi former avec les indices

$$0,\ 1,\ 2,\ 3,\ \ldots,\ n-1,$$

sera précisément le produit

$$1.2.3\ldots n,$$

et à chacune d'elles correspondra un terme de l'espèce donnée. Donc le nombre

$$\mathrm{N}_{f,\,g,\,h,\ldots,\,l},$$

des termes de cette espèce, sera le quotient qu'on obtient quand on divise le produit

$$1.2.3\ldots n$$

par le produit

$$(1.2.3\ldots f)(1.2\ldots g)(1.2\ldots h)\ldots(1\ldots l)\ 1^f 2^g 3^h\ldots n^l.$$

Donc, en posant pour abréger,

$$(6)\qquad \frac{1.2\ldots m}{(1.2\ldots f)(1.2\ldots g)(1.2\ldots h)\ldots(1\ldots l)} = (m)_{f,\,g,\,h,\ldots,\,l},$$

on aura

$$(7)\qquad \mathrm{N}_{f,\,g,\,h,\ldots,\,l} = \frac{1.2\ldots n}{1.2\ldots m}\,(m)_{f,\,g,\,h,\ldots,\,l}\left(\frac{1}{1}\right)^f\left(\frac{1}{2}\right)^g\left(\frac{1}{3}\right)^h\ldots\left(\frac{1}{n}\right)^l;$$

la valeur de m étant toujours

$$m = f + g + h + \ldots + l.$$

D'autre part, comme le nombre total des termes de différentes espèces, c'est-à-dire, le nombre total des termes de la fonction alternée s, doit être égal au produit

$$1.2.3\ldots n,$$

on aura encore

$$(8)\qquad 1.2.3\ldots n = \Sigma\,\mathrm{N}_{f,\,g,\,h,\ldots,\,l},$$

le signe Σ se rapportant aux divers systèmes de valeurs de

$$f,\ g,\ h,\ \ldots,\ l,$$

qui vérifient l'équation (3); et par conséquent

$$(9)\qquad 1.2.3\ldots n = \sum \frac{1.2\ldots n}{1.2\ldots m}(m)_{f,g,h,\ldots,l}\left(\frac{1}{1}\right)^f\left(\frac{1}{2}\right)^g\left(\frac{1}{3}\right)^h\ldots\left(\frac{1}{n}\right)^l.$$

Cette dernière formule paraît digne d'être remarquée.

» Si, pour fixer les idées, on prend $n=5$, l'équation (8) ou (9) donnera

$$\begin{aligned}1.2.3.4.5 = N_{5,0,0,0,0} &+ N_{3,1,0,0,0} + N_{1,2,0,0,0} + N_{2,0,1,0,0}\\ &+ N_{0,1,1,0,0} + N_{1,0,0,1,0} + N_{0,0,0,0,1},\end{aligned}$$

et par suite

$$1.2.3.4.5 = 1 + 10 + 15 + 20 + 20 + 30 + 24 = 120,$$

ce qui est exact.

» On peut observer que, dans le cas où n est un nombre premier, la valeur entière de

$$N_{f,g,h,\ldots,l},$$

fournie par l'équation (7), reste toujours divisible par n, excepté lorsqu'on prend

$$m = n,\quad \text{par conséquent}\quad f = n,\ g = 0,\ h = 0,\ldots,\ l = 0,$$

ou

$$m = 1,\quad \text{par conséquent}\quad f = 0,\ g = 0,\ h = 0,\ldots,\ l = 1.$$

Donc, dans le second membre de la formule (9), et pour le cas dont il s'agit, les seuls termes non divisibles par n sont

$$N_{n,0,0,\ldots,0} = 1 \quad \text{et} \quad N_{0,0,0,\ldots,1} = 1.2.3\ldots(n-1).$$

Donc, *la somme de ces deux termes doit être*, aussi bien que le produit $1.2.3\ldots n$, *divisible par le nombre n, toutes les fois que celui-ci est premier.* On se trouve ainsi ramené au théorème de Wilson.

» Observons encore que, dans la fonction s, le nombre des termes affectés du signe $+$, et correspondants à des valeurs paires de $n-m$, est précisément égal au nombre des termes affectés du signe $-$, et correspondants à des valeurs impaires de $n-m$. Donc la différence entre ces deux

nombres, évidemment représentée par

$$\Sigma(-1)^{n-m}\,N_{f,g,h,\ldots,l}=(-1)^n\,\Sigma(-1)^m\,N_{f,g,h,\ldots,l},$$

sera nulle, et l'on peut, à l'équation (8) ou (9), joindre la suivante

$$(10)\qquad \Sigma(-1)^m\,N_{f,g,h,\ldots,l}=0,$$

que l'on peut encore présenter sous la forme

$$(11)\qquad \sum\frac{1.2\ldots.n}{1.2\ldots.m}(-1)^m(m)_{f,g,h,\ldots,l}\left(\frac{1}{1}\right)^f\left(\frac{1}{2}\right)^g\left(\frac{1}{3}\right)^h\ldots\left(\frac{1}{n}\right)^l=0.$$

On trouvera, par exemple, en prenant $n=5$,

$$N_{5,0,0,0,0}-N_{3,1,0,0,0}+N_{1,2,0,0,0,0}+N_{2,0,1,0,0}-N_{0,1,1,0,0}-N_{1,0,0,1,0}+N_{0,0,0,0,1}=0,$$

ou, ce qui revient au même,

$$1-10+15+20-20-30+24=0,$$

ce qui est exact.

» Lorsque, dans le tableau n° 1, on a généralement

$$(12)\qquad A_{i,j}=A_{j,i},$$

les coefficients

$$A_{0,0},\ A_{1,1},\ \ldots,\ A_{n-2,n-2},\ A_{n-1,n-1},$$

situés sur l'une des diagonales du carré figuré par ce tableau, sont les seuls qui ne se trouvent pas répétés. Les autres coefficients sont égaux deux à deux, les coefficients égaux étant toujours placés symétriquement des deux côtés de la diagonale dont il s'agit. Donc alors les seuls termes, qui ne se trouveront pas répétés plusieurs fois dans la fonction alternée s, seront ceux qui correspondront seulement à des indices isolés et à des groupes binaires. Quant aux termes qui correspondront à des groupes ternaires, quaternaires, ..., c'est-à-dire à des valeurs de

$$h,\ k,\ \ldots,\ l,$$

différentes de zéro, il est facile de voir que chacun d'eux se trouvera répété autant de fois qu'il y aura d'unités dans la puissance

$$2^{h+k+\ldots+l}$$

du nombre 2. En effet, dans l'hypothèse admise, étant donné un terme P correspondant à des valeurs de $h, k, \ldots, l$ différentes de zéro, on obtiendra toujours un second terme égal au premier, si l'on renverse l'ordre dans lequel se trouvent écrits à la suite les uns des autres les indices renfermés dans un seul groupe ternaire, quaternaire, etc... Ainsi, par exemple, deux termes seront égaux entre eux, si, pour passer de l'un à l'autre, il suffit de remplacer le groupe quaternaire

$$(0,\ 1,\ 2,\ 3)$$

par le groupe quaternaire

$$(3,\ 2,\ 1,\ 0),$$

attendu qu'en vertu de la formule (12), le produit partiel

$$A_{0,1}\ A_{1,2}\ A_{2,3}\ A_{3,0}$$

sera équivalent au produit partiel

$$A_{3,2}\ A_{2,1}\ A_{1,0}\ A_{0,3}.$$

La remarque précédente, jointe à ce qui a été dit plus haut, permet de former aisément les fonctions alternées, composées avec des coefficients pour lesquels la condition (12) est remplie. Si, pour fixer les idées, on suppose $n = 6$, alors, en admettant que la condition (12) se vérifie, on trouvera

$$\begin{aligned}
S = {} & A_{0,0}\ A_{1,1}\ A_{2,2}\ A_{3,3}\ A_{4,4}\ A_{5,5} - \Sigma\, A_{0,0}\ A_{1,1}\ A_{2,2}\ A_{3,3}\ A_{4,5}^2 \\
& + \Sigma\, A_{0,0}\ A_{1,1}\ A_{2,3}^2\ A_{4,5}^2 - \Sigma\, A_{0,1}^2\ A_{2,3}^2\ A_{4,5}^2 \\
& + 2\Sigma\, A_{0,0}\ A_{1,1}\ A_{2,2}\ A_{3,4}\ A_{4,5}\ A_{5,3} - 2\Sigma\, A_{0,0}\ A_{1,2}^2\ A_{3,4}\ A_{4,5}\ A_{5,3} \\
& \qquad + 4\Sigma\, A_{0,1}\ A_{1,2}\ A_{2,0}\ A_{3,4}\ A_{4,5}\ A_{5,3} \\
& - 2\Sigma\, A_{0,0}\ A_{1,1}\ A_{2,3}\ A_{3,4}\ A_{4,5}\ A_{5,2} + 2\Sigma\, A_{0,1}^2\ A_{2,3}\ A_{3,4}\ A_{4,5}\ A_{5,2} \\
& + 2\Sigma\, A_{0,0}\ A_{1,2}\ A_{2,3}\ A_{3,4}\ A_{4,5}\ A_{5,1} - 2\Sigma\, A_{0,1}\ A_{1,2}\ A_{2,3}\ A_{3,4}\ A_{4,5}\ A_{5,0},
\end{aligned}$$

pourvu que l'on indique toujours à l'aide du signe Σ placé devant un terme la somme faite de ce terme et de tous les termes semblables.

» Les principes établis dans cette Note conduisent de la manière la plus simple et la plus directe à la détermination d'une fonction alternée, dont on se propose d'obtenir la valeur en calculant séparément chaque terme. Mais il importe d'observer que, pour de grandes valeurs de n, la réduction en nombres des divers termes calculés chacun à part devient impraticable, en raison de la grandeur excessive du produit

$$1.2.3...n.$$

Comment doit-on s'y prendre alors pour obtenir, sans trop de difficulté, la valeur numérique de la fonction alternée? C'est une question qui mérite d'être examinée, et qui sera l'objet d'un nouvel article. »

MÉMOIRES LUS.

MÉDECINE. — *Remarques sur une modification importante qu'éprouve le rhumatisme prolongé; par* M. GRIFOULIÈRE.

(Commissaires, MM. Double, Breschet, Pelouze.)

(*Pièces dont il n'a pu être donné communication à la précédente séance.*)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDROGRAPHIE. — *Mémoire sur l'hydrographie sous voiles; par* M. VINCENDON-DUMOULIN.

(Commissaires, MM. Arago, Beautemps-Beaupré, Puissant.)

ASTRONOMIE. — *Lettre de* M. ANTOINE NOBILE *à* M. Arago, *sur la détermination des différences de longitudes par l'observation des étoiles filantes.*

Naples, février 1841.

« Je n'aurais point osé vous entretenir de mes obscurs travaux, si je ne les avais vus, bien qu'un peu tard, mentionnés dans le *Compte rendu* de votre illustre Académie, à deux reprises différentes, et de plus, par suite de renseignements erronés, attribués à tout autre qu'à moi. En effet, dans la séance du 6 mai 1839 (*Compte rendu*, premier sem., t. VIII, p. 716) « M. Gregory apprend à l'Académie qu'on vient de déterminer la diffé-

» rence de longitude entre Naples et Palerme, par des observations si-
» multanées d'étoiles filantes, et qu'un travail analogue allait être entre-
» pris par MM. Capocci et Vico, pour fixer les positions relatives des
» observatoires de Naples et de Rome.»

» C'est je crois, Monsieur, par suite de ces renseignements inexacts, relativement aux véritables auteurs du projet et de son exécution, que, parlant vous-même (*Compte rendu*, premier semestre 1840, page 951) de quelques résultats obtenus à ce sujet par moi et par M. de Vico, qui en avait rendu compte dans un Mémoire imprimé, vous avez signalé le même astronome napolitain comme en étant l'auteur. Il y est toutefois demeuré absolument étranger, de même qu'il n'a pris aucune part au travail, et la preuve en est dans l'écrit même de M. de Vico dont vous avez fait une honorable mention et surtout dans la note au bas des pages 26 et 27, où il est dit que le projet, l'exécution et tout ce qui se rapporte à ce travail m'appartient spécialement.

» Je prends donc, Monsieur, la liberté de vous faire part qu'après avoir lu votre remarquable discours inséré dans l'*Annuaire* de 1836, m'étant livré à l'observation des étoiles filantes, je voulus, entre autres choses, exécuter le projet que j'avais formé depuis long-temps, d'appliquer l'extinction de ces phénomènes fugitifs à la détermination des différences de longitude. Je ne savais même pas alors qu'une semblable application, bien qu'elle n'eût été encore ni exécutée ni démontrée, eût été indiquée par d'autres. Je m'occupai donc en juillet 1838, au moyen d'observations analogues faites à ma requête par M. del Ré à Palerme et par moi à Naples, de déterminer la différence de longitude entre ces deux villes. Je démontrai ainsi la possibilité d'exécution et la bonté de cette méthode. Je rendis compte de ce travail et d'un autre relatif aux étoiles filantes, à notre Académie des Sciences, dans un Mémoire du 14 août de la même année 1838. Les résultats qui s'y trouvent concernant la longitude sont mentionnés en extraits :

» 1°. Dans un article du *Journal des Deux-Siciles*, du 5 mars 1839, lequel fut de suite reproduit par divers autres journaux, et notamment par la *Gazette d'Augsbourg ;*

» 2°. Dans un rapport du secrétaire de l'Académie des Sciences de Naples, sur les travaux de 1838, imprimé dans les *Annales civiles*, n° 40, de juillet 1839.

» Ces diverses annonces ou extraits de mon travail, non-seulement m'en assurent la propriété, et suppléent à la lenteur des publications de notre Académie, mais encore font preuve pour lui d'une évidente et incontes-

table antériorité, pour peu qu'il vaille, sur tout travail semblable exécuté postérieurement en Allemagne. Je vois cependant que les savants astronomes, auteurs de ce dernier travail, pensent s'en être occupés les premiers (n° 384 des *Notices astronomiques* de Schumacher, du 3 octobre 1839), bien que je les eusse précédés d'un an à peu près dans l'exécution et dans la publication.

» Après l'heureux succès obtenu par suite des observations faites à Naples et à Palerme, je réclamai la coopération de M. de Vico, non-seulement dans le but de fixer, par le même moyen, la différence de longitude entre Rome et Naples, mais encore pour recueillir de nouvelles preuves de la bonté de la méthode. Les résultats que nous obtînmes furent également couronnés d'un plein succès, et ce fut une partie de ceux-ci que, dans le *Compte rendu* précédemment cité, vous honorâtes de vos éloges.

» Considérant toutefois que, d'une part, la méthode dont il s'agit est, par plusieurs motifs, supérieure à toute autre, et mérite, en conséquence, d'être généralisée; considérant, d'autre part, que les résultats mentionnés furent donnés sans preuves à l'appui, et que je puis leur en adjoindre d'autres qui n'ont jamais été publiés; considérant aussi que la partie essentielle de la méthode consiste non-seulement dans les observations, mais encore dans la discussion de celles-ci et dans la justification de leurs conséquences, j'ai voulu composer à ce sujet un travail exprès, que j'ai la hardiesse de vous adresser. Ce travail est relatif aux déterminations faites au moyen des observations analogues, contemporanément exécutées à Rome et à Naples, et je l'ai rédigé dans l'intention de faire juger en connaissance de cause la méthode dont il est question, par de véritables hommes de la science, surtout en ce qui concerne l'identité et la contemporanéité du phénomène, conditions que je crois avoir démontrées.

» Quoi qu'il en soit, si l'on veut avoir égard au nombre des étoiles filantes identiques bien observées d'une part et de l'autre, le plus beau résultat obtenu de concert entre M. de Vico et moi, a été celui de la fin du mois d'août dernier. Mais comme les nombreuses observations correspondantes doivent me servir pour la détermination de l'emplacement absolu des étoiles filantes, et que je ne fais qu'en esquisser en ce moment la discussion, elles ne font point partie de ce travail. Afin que vous puissiez, néanmoins, apprécier ces derniers résultats par rapport à la longitude, je me fais un plaisir de vous en envoyer à l'avance un extrait, mettant en correspondance les temps sidéraux de 31 étoiles filantes trouvées respectivement identiques.

DATES	TEMPS SIDÉRAL à NAPLES.	TEMPS SIDÉRAL à ROME.	DIFFÉRENCES.
	h. m. s.	h. m. s.	m. s.
23 Aout	18.23.58,1	18.16.54,0	7.4,1
	34.16,6	27.12,0	7.4,6
	19.20.55,7	19.13.50,5	7.5,2
24 Aout	18.30.22,4	18.23.17,56	7.4,84
	40.48,9	33.42,86	7.6,04
	42.22,5	35.17,86	7.4,64
	46.33,9	39.28,86	7.5,04
	47.34,1	40.29,36	7.4,74
	58.59,9	51.54,76	7.5,14
	19.15.43,2	19. 8.37,86	7.5,34
	20. 7.59,0	20. 0.54,86	7.4,14
	11.41,9	4.37,86	7.4,04
	45.54,2	38.48,66	7.5,54
25 Aout	18.45.14,05	18.38. 7,36	7.6,69
	19. 1. 3,45	53.58,36	7.5,09
	55.51,75	19.48.45,36	7.6,39
	20.10. 0,95	20. 2.53,36	7.7,59
	50. 4,85	42.58,36	7.6,49
31 Aout	18.52. 1,6	18.44.55,46	7.6,14
	19. 0.24,6	57.17,36	7.7,24
	20.44,5	19.13.39,36	7.5,14
	27.47,1	20.39,86	7.7,24
	33.15,7	26. 8,36	7.7,34
	20.12.11,6	20. 5. 6,36	7.5,24
	14.16,6	7. 9,36	7.7,24
	16.50,6	9.43,36	7.7,24
	19. 3,8	11.56,36	7.7,44
	23. 9,6	16. 2,36	7.7,24
	31.55,9	24.50,36	7.5,54
	33. 1,4	25.54,36	7.7,04
	58.17,2	51.10,36	7.6,84
La moyenne de ces trente-une différences est...........			7.5,87

» La moyenne de 11 différences semblables, exposées et discutées dans le Mémoire sus-mentionné, et obtenue avec 11 étoiles filantes simultanément observées dans les deux endroits, m'a donné $7^m 5^s,6$, de manière que la moyenne de 42 de ces différences nous donne, pour la différence de longitude définitive entre Naples et Rome, $7^m 5^s,8$. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur un système de rames destiné à remplacer les roues à aubes dans les navires à vapeur; par* M. **Lesnard**.

(Commissaires, MM. Gambey, Piobert, Séguier.)

M. **Lesage** adresse une Note sur une *presse* qu'il a construite d'après un système qui lui est propre, et qu'il annonce comme pouvant agir avec une force de 150 000 kilogr.

(Commissaires, MM. Gambey, Piobert, Séguier.)

M. **Couppel du Lude** envoie un appendice à la Note sur la *théorie de la grèle* qu'il avait précédemment présentée.

(Commission précédemment nommée.)

(*Pièces de la séance du* 8 *mars.*)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mémoire sur le phényle et ses dérivés; par* M. **Aug. Laurent**.

(Commissaires, MM. Thenard, Dumas, Pelouze.)

L'auteur, dans la lettre d'envoi, donne dans les termes suivants le résumé de son Mémoire.

« J'ai découvert, dans l'huile du gaz d'éclairage par la houille, un nouveau corps que je nomme *hydrate de phényle*. Il est cristallisé, volatil sans décomposition; il joue en quelque sorte le rôle d'un acide. Ses propriétés

ressemblent au plus haut degré à celles de la créosote; il en diffère seulement par deux ou trois réactions fondamentales.

» Sa formule peut se représenter par

$$C^{24}H^{10}O + H^2O.$$

Avec le potassium il forme, en perdant 2 atomes d'hydrogène, une combinaison cristallisée, dont la formule est

$$C^{24}H^{10}O + KO.$$

Il s'unit directement avec les bases fortes. Sa combinaison avec la baryte se représente par

$$C^{24}H^{10}O,\ H^2O + BaO.$$

Avec l'acide sulfurique il forme une combinaison que je nomme *acide sulfophénique*. C'est un corps liquide qui forme avec les bases des sels cristallisables. Le sulfophénate de baryte a pour formule

$$(C^{24}H^{10}O,\ H^2O + SO^3) + (BaO,\ SO^3).$$

Il laisse dégager de l'hydrate de phényle par la distillation.

» Le *sulfophénate d'ammoniaque*, traité par l'acide nitrique, se métamorphose d'une manière bien simple et bien remarquable; on obtient de l'acide sulfurique, de l'eau, de l'ammoniaque et de l'acide carboazotique ou picrique

$$\left(\underbrace{2SO^3 + C^{24}H^{10}O,\ H^2O + H^8Az^2O}_{\text{sulfophénate d'ammoniaque}}\right) + 3Az^2O^5 =$$

$$2SO^3 + H^8Az^2O + 3HO^2 + \left(\underbrace{C^{24}H^4O(A^2O^4) + H^2O}_{\text{acide picrique}}\right).$$

» Le chlore et l'hydrate de phényle donnent naissance à l'*acide chlorophénésique*, composé liquide, formant des sels cristallisables, et dont la formule est

$$C^{24}H^6Cl^4O + H^2O.$$

C'est de l'hydrate de phényle dont 4 atomes d'hydrogène ont été remplacés par 4 atomes de chlore.

» En épuisant l'action du chlore sur l'hydrate de phényle, on obtient

l'*acide chlorophénisique*, corps cristallisé, volatil sans décomposition, et dont la formule se représente par

$$C^{24}H^{4}Cl^{6}O + H^{2}O.$$

C'est de l'hydrate de phényle dont 6 atomes d'hydrogène ont été remplacés par 6 atomes de chlore.

Le chlorophénisate de barium... $= C^{24}H^{4}Cl^{6}O + BaO$,
Le chlorophénisate d'ammoniaque $= C^{24}H^{4}Cl^{6}O + H^{8}Az^{2}O$.

En traitant l'hydrate de phényle par le brome, on obtient l'*acide bromophénisique,* corps cristallisé, semblable à l'acide chlorophénisique, et dont la formule est

$$C^{24}H^{4}Br^{6}O + H^{2}O.$$

» En traitant l'hydrate de phényle par l'acide nitrique, on obtient un nouvel acide que je nomme *acide nitrophénésique.* Il est jaune, cristallisé; il forme avec les bases des sels d'une grande beauté: ils sont jaunes, rouges ou orangés. Ils détonent par la chaleur. La formule de l'acide est

$$C^{24}H^{6}(2A^{2}O^{4})O + H^{2}O.$$

Elle représente de l'hydrate de phényle dont 2 équivalents d'hydrogène ont été remplacés par 2 équivalents d'acide hypoazotique.

$$(C^{24}H^{10}O,\ H^{2}O) + 2Az^{2}O^{5} = [C^{24}H^{6}(2A^{2}O^{4})O + H^{2}O] + 2H^{2}O.$$

» J'indique dans mon Mémoire un procédé pour préparer cet acide à très bas prix. Il est destiné à devenir commun dans les laboratoires, et peut-être à recevoir des applications dans les arts.

» Représentant par nPé l'acide nitrophénésique anhydre, on a pour

Le nitrophénésate de potasse................	nPé + KO + Aq,
— de barium sec.............	nPé + BaO,
— — séché à 100°......	nPé + BaO + 3Aq,
— — cristallisé........	nPé + BaO + 5Aq,
Le nitrophénésate bibasique de plomb sec....	nPé + 2PbO,
— — — cristallisé....	nPé + 2PbO + 4Aq,
— sesquibas. — cristallisé....	2nPé + 3PbO.

» En traitant l'hydrate de phényle par un excès d'acide nitrique, on obtient de l'acide picrique que je nomme *acide nitrophénisique*.

» Sa formule est

$$C^{24}H^{4}(3A^{2}O^{4})O + H^{2}O.$$

Elle représente de l'hydrate de phényle dont 3 équivalents d'hydrogène ont été remplacés par 3 équivalents d'acide hyponitrique.

$$C^{24}H^{10}O,\ H^{2}O + 3A^{2}O^{5} = [C^{24}H^{4}(3A^{2}O^{4})O + H^{2}O] + 3H^{2}O.$$

» Représentant par le symbole nPi l'acide anhydre, on a pour les sels suivants :

Nitrophénisate de potasse = nPi + KO.

» Cette composition est la même que celle qui a été donnée par M. Dumas.

Nitrophénisate d'argent cristallisé	....	nPi + AgO	+ Aq,
— de barium anhydre	....	nPi + BaO,	
— — desséché	....	nPi + BaO	+ 2Aq,
— — cristallisé	....	nPi + BaO	+ 6Aq,
— de plomb sesquibasique	....	2nPi + 3PbO	+ 3Aq,
— — bibasique	....	nPi + 2PbO	+ 2Aq,
— — quintibasique	......	nPi + 5PbO.	

» Dans quelques jours j'aurai l'honneur de vous envoyer un nouveau Mémoire sur quelques composés qui se rattachent à cette série, et sur les relations qui existent entre la forme cristalline de ces corps et leur composition. »

M. **Rossignon** adresse une Note sur la maladie des fruits, dont il avait précédemment entretenu l'Académie, et qu'il a désignée sous le nom de *cellulostase*. Il avait annoncé alors que la maladie peut être communiquée par inoculation d'un fruit attaqué à un fruit sain ; aujourd'hui il fait remarquer que, pour les pommes, cette inoculation ne réussit que sur les espèces sucrées, et il indique certaines précautions qu'il a trouvées nécessaires pour assurer le succès de l'opération. Il donne aussi les procédés au moyen desquels il est parvenu à extraire des pommes atteintes de cellulostase, l'huile essentielle qu'il désigne sous le nom de *maloïle*, et des raisins semblablement affectés, une autre huile essentielle qu'il nomme *œnoïle*. Il a eu

l'occasion d'observer la désagrégation du tissu cellulaire, ou cellulostase, non-seulement dans d'autres fruits, comme dans la tomate, la baie de la pomme de terre, etc., mais dans le tubercule de ce dernier végétal, et dans des agarics comestibles. Cette dernière observation l'a porté à soupçonner que les accidents graves qu'on a vus résulter quelquefois de l'usage de champignons appartenant à des espèces d'ailleurs innocentes, pourraient tenir à ce que quelques-uns de ces champignons auraient été atteints de la cellulostase.

Tandis que la désagrégation donne naissance dans les fruits sucrés à la formation d'huiles essentielles différentes suivant les espèces, dans certains fruits très acides elle donne lieu, suivant M. Rossignon, à la formation d'un liquide qui a beaucoup d'analogie avec l'éther.

Une dernière partie de la Note de M. Rossignon se rapporte à la transformation du sucre de canne en sucre de raisin dans les sirops acides, transformation que, selon l'auteur, on parvient à prévenir par l'addition d'une petite quantité d'une huile essentielle quelconque.

PHYSIQUE. — *Nouvelles expériences sur la caléfaction et sur l'état sphéroïdal des corps ; par* M. **Boutigny**.

(Commissaires, MM. Arago, Pelouze, Babinet.)

« Les nouveaux faits que je présente dans ce Mémoire, joints à ceux que j'avais précédemment soumis au jugement de l'Académie, me paraissent, dit M. Boutigny, conduire naturellement à conclure :

» 1°. Qu'il existe un quatrième état physique des corps : l'*état sphéroïdal ;*

» 2°. Que l'équilibre de chaleur n'existe pas pour ces corps ;

» 3°. Que l'équilibre de tension n'est pas possible non plus ;

» 4°. Que les corps à l'état sphéroïdal ne touchent pas les surfaces incandescentes ;

» 5°. Qu'ils peuvent passer de l'état solide à l'état sphéroïdal sans passer préalablement à l'état liquide ;

» 6°. Que la loi du passage de l'état solide à l'état sphéroïdal est très différente de celle du passage de l'état solide à l'état liquide ;

» 7°. Que les corps à l'*état sphéroïdal* restent constamment à une température inférieure à celle de leur ébullition. La loi de ce phénomène peut être formulée comme il suit :

$$S = E - \frac{E}{25};$$

S représente la température de l'*état sphéroïdal* du corps, E celle de son ébullition, etc.

» C'est en faisant l'application de ces données que je suis parvenu, poursuit M. Boutigny, à *congeler de l'eau*, en quelques secondes, *dans des capsules incandescentes.* »

M. DE LIGNEROLLES annonce qu'il a découvert un nouveau procédé pour l'*injection des vaisseaux séminifères*, et prie l'Académie de vouloir bien charger une Commission de constater les résultats qu'il obtient par ce moyen.

(Commission précédemment nommée.)

M. CHORON adresse une Note sur un nouveau procédé destiné à déceler la présence de l'*acide arsénieux*, et à estimer approximativement, en peu de temps, sa quantité dans une masse fondue et inattaquable par les acides.

(Commission nommée pour les différentes communications relatives à la recherche de l'arsenic dans les corps organisés.)

(Pièces de la séance du 1er mars.)

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Note sur un genre de surfaces courbes qui contiennent les centres de l'une de leurs deux espèces de courbures principales, et sur des courbes planes qui sont leurs propres développées; par* M. J. BINET.

« Depuis Huygens, les géomètres ont reconnu qu'il existe des courbes planes dont les développées sont des courbes semblables, et même des courbes superposables aux développantes, mais occupant une situation distincte : les développées de la cycloïde, de la spirale logarithmique, sont dans ce cas; mais il ne paraît pas que l'on ait signalé jusqu'à présent aucune courbe qui soit à elle-même sa propre développée. Avant de nous occuper des surfaces courbes, nous allons établir qu'il existe, en effet, des courbes qui offrent cette singularité, que chacune d'elles est à la fois sa développante et sa développée.

» Cette courbe est du genre des spirales logarithmiques dont Jacques Bernoulli a fait connaître les propriétés, et dont l'équation est $u = e^{\frac{t}{m}}$. Son centre de courbure, placé sur une perpendiculaire au rayon vecteur u, a pour ses coordonnées

$$u_1 = \frac{1}{m} u, \quad t_1 = t + \frac{\pi}{2} - 2i\pi,$$

π étant le nombre du cercle et i un entier positif quelconque. Le point $(u_1\, t_1)$ fera partie de la spirale elle-même, si

$$u_1 = e^{\frac{t_1}{m}},$$

ou bien si

$$\frac{1}{m}\, e^{\frac{t}{m}} = e^{\frac{1}{m}\left(t + \frac{\pi}{2} - 2i\pi\right)}:$$

après avoir divisé par $e^{\frac{t}{m}}$, on obtient cette équation transcendante

$$m^m = e^{(4i-1)\frac{\pi}{2}}.$$

L'objet de cette équation est de déterminer le paramètre m qui convient à la spirale, pour qu'elle devienne sa propre développée. Si l'on donne à i la valeur $i = 1$, le rayon de courbure de la spirale viendra toucher la première spire intérieure de la courbe, à partir du point (t, u); ce sera la seconde spire qui sera touchée par le rayon de courbure, si l'on pose $i = 2$, etc.

» Monge a prouvé que pour une surface courbe il existe, en général, deux nappes distinctes qui renferment les centres des courbures principales de la surface proposée. Nous allons faire connaître la génération des surfaces qui renferment elles-mêmes les centres de l'une des deux espèces de leurs courbures principales.

» Ayant tracé l'une des courbes que nous venons de considérer, et qui sera simultanément sa développée et sa développante, on rendra son plan tangent à deux surfaces arbitraires, mais qui permettront à ce plan tangent de rouler, sans glisser, en touchant toujours les deux surfaces. Dans ce mouvement le plan tangent entraînera la courbe constante de forme, et cette courbe deviendra la génératrice de la surface que nous avons en vue : celle-

ci sera le lieu de toutes les situations de la courbe tracée sur le plan mobile. Ce mode de génération obligera la surface de renfermer les centres de l'une des deux espèces de ses courbures principales : les centres de l'autre courbure seront situés sur la surface développable que touche perpétuellement le plan roulant sur les deux surfaces arbitraires.

» On doit à Monge la belle construction que je viens de rappeler : il a considéré, dans l'un de ses derniers Mémoires, la surface engendrée par une courbe plane quelconque, dont le plan roule sur une surface développable arbitraire, et il a formé l'équation aux différences partielles du troisième ordre de cette surface : la nôtre se trouve un cas spécial du genre des surfaces de Monge; aussi son équation aux différences partielles ne serait-elle que du second ordre. Dans ces surfaces toute position particulière de la génératrice est une de ses lignes de courbure, et ce sont les centres de courbure répondant à ce système, que renferme la surface elle-même, quand elle est du genre de celles dont nous venons de donner la description. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Extrait d'une Lettre de* M. **Dégousée** *à* M. Arago, *sur des sondages exécutés dans diverses régions.*

« Dans le courant des années 1838 et 1839, j'ai exécuté vingt-deux forages dans le département du Bas-Rhin pour constater et reconnaître les gisements bitumineux et asphaltiques, tant pour la compagnie de Lobsann, que pour d'autres aujourd'hui en demande de concession. Les forages ont eu lieu dans les alluvions et le terrain tertiaire.

» Le 30 novembre 1838, à *Schwabweiller* (Bas-Rhin), la sonde a traversé, à la profondeur de $20^{m},66$, une couche d'argile bleuâtre de $5^{m},33$ de puissance *imprégnée de pétrole.* L'eau, qui jaillit du forage par un orifice tubé de $0^{m},22$ de diamètre, bouillonne par intermittences en donnant passage à des bulles de gaz et à du pétrole, dont on obtient depuis plus de deux ans sans interruption 50 à 60 litres par jour. Le moyen de le recueillir est simple et sans frais. L'eau jaillissante tombe dans un grand cuvier, muni, à $0^{m},30$ en contre-bas de sa partie supérieure, d'un robinet, et percé à sa base d'une ouverture par laquelle elle s'écoule constamment, tandis que le pétrole se condense à la surface. Tous les trois jours on ouvre le robinet, et le pétrole sort et remplit une barrique. On en a ainsi recueilli près de 300 barils de 150 litres.

» Cette huile brûle très bien : traitée par l'acide nitrique, elle produit un bon gaz; mais sa propriété la plus importante est de faire peu *de cam-*

bouis. Elle *est excellente pour le graissage des mécaniques. Depuis deux ans*, je l'emploie pour le pas de vis de mes tiges de sonde et pour mes treuils, en remplacement de l'huile de pieds de bœuf, à laquelle elle pourra faire concurrence dans le commerce, aussitôt que M. Mabru aura obtenu la concession qu'il sollicite du Gouvernement.

» Je joins à cette Note la coupe du sondage de Schwabweiller et une bouteille de pétrole comme échantillon.

» Dans le département du Nord, pendant les années 1839 et 1840, j'ai fait exécuter sept sondages de 200 à 267 mètres de profondeur. Par suite, deux riches exploitations de houille ont été concédées par le Gouvernement et sont aujourd'hui en pleine activité. Celle d'Azincourt, qui a reconnu 6 veines de 1^m à $1^m,20$, livre déjà au commerce 1000 hectolitres de charbon gras par jour. Ci-joint, quelques coupes donnant l'ordre de superposition des terrains morts au-dessus du terrain houiller.

» A Lille (Hôpital militaire), je viens de terminer le second puits jaillissant. Comme dans le premier, les eaux inférieures à la formation crayeuse ne s'élèvent pas jusqu'au sol, qui n'est cependant qu'à 22^m au-dessus du niveau de la mer. Cela provient de ce que la craie, qui a encore de 80 à 90^m de puissance, est presqu'à sa limite. Au moyen d'un fort tubage, j'ai coupé les eaux de la craie et attaqué le calcaire carbonifère que je savais fissuré.

» Dans le forage de l'Esplanade, à 22^m dans cette roche, j'ai obtenu l'eau jaillissante au-dessus du sol. A l'Hôpital militaire, j'ai dû le traverser (31^m). L'ascension a été immédiatement de $2^m,20$ au-dessus du sol.

» A Meaux, j'ai exécuté huit forages dans le terrain tertiaire. La profondeur varie de 66^m à 100^m. Un lavoir de laines et des bornes-fontaines dans les différents quartiers de cette ville sont en activité depuis deux ans. L'ascension est de 7^m au-dessus du niveau de la Marne qui, à Meaux, en a 19 au-dessus de l'étiage de la Seine à Paris.

» Sur la rive droite de la Seine, les différentes couches de terrain sont les mêmes qu'à Meaux, et nous ne pouvons obtenir l'eau que 5^m au-dessus de l'étiage de ce fleuve. Je pense que l'ascension des eaux est non-seulement en raison de la source d'où elles proviennent, mais aussi en raison de l'éloignement de l'embouchure. Le relèvement de la craie à Meudon borne de ce côté la formation tertiaire du bassin de Paris, et je crois que la Seine y reçoit une grande partie des eaux contenues dans les sables quartzeux qui séparent l'argile plastique superposée souvent à la craie.

» On a répandu le bruit que plusieurs puits à Tours avaient perdu leur

eau ou avaient sensiblement diminué, parce qu'ils étaient mal tubés. J'ai l'honneur de vous soumettre ici quelques faits qui vous permettront de juger.

» En 1830, après avoir foré un puits dans la tour Charlemagne, je l'ai tubé avec des tuyaux de cuivre de $0^m,003$ d'épaisseur jusque dans les grès verts. En 1832, j'avais terminé celui que vous connaissez à la Brasserie, et qui, pendant six ans, a donné constamment 1850 litres d'eau par minute. A la même époque, j'avais achevé ceux des casernes. Celui de la cavalerie donnait 100 pouces d'eau et s'élevait à 18^m au-dessus du sol.

» Le prix de 8,000 francs auquel j'établissais les puits à Tours les avait beaucoup multipliés dans cette ville ainsi qu'aux environs.

» En 1835, la ville me donna un puits à faire à l'Abattoir; et comme des diminutions avaient été remarquées dans quelques sondages (diminutions qu'on attribuait à ce qu'ils n'avaient pas été suffisamment tubés), elle se chargea de la fourniture des tuyaux de cuivre et voulut qu'ils reposassent sur la source même. Le forage ayant atteint la profondeur de 130^m dans les grès verts, je descendis la colonne. Après l'avoir bien scellée, je coulai un béton composé de limaille de fonte, pour lui donner du poids, et de ciment romain, afin de bien remplir tout le vide qui pouvait exister entre les parois extérieures des tubes et le terrain traversé. Ce bétonnage achevé et consolidé, je vidai avec une soupape à boulet l'eau qui remplissait le tube d'ascension; et ensuite, en présence du conseil municipal et des ingénieurs de département, je jetai, à diverses reprises, des étoupes goudronnées et enflammées, qui descendirent jusqu'au fond du forage sans s'éteindre. Après avoir ainsi constaté le bon tubage du trou, je fis manœuvrer la sonde, et le lendemain, la roche étant percée, l'eau jaillissait au-dessus du sol. Pendant cinq ans son produit n'a pas varié; mais quand j'eus terminé le sondage de Saint-Éloi, et M. Mulot celui de l'hôpital, le produit diminua d'un tiers.

» A *la Brasserie*, je fis un second puits à côté du premier, et le jour où l'eau jaillit, celui-ci perdit 700 litres par minute. Ainsi, un seul puits donnait 1850 litres; deux ne donnaient que 2200.

» A une lieu de Tours, au contraire, le deuxième puits a fait augmenter le premier, et le troisième n'a pas diminué le second. Ces trois puits font marcher le moulin de la Ville-aux-Dames, mais ils ont enlevé les eaux du quartier de cavalerie.

» Pour terminer cette Note, permettez-moi de vous dire un mot du puits que j'exécute en ce moment pour la ville de Haguenau, et qui est

aujourd'hui à la profondeur de 290^m. J'ai eu à traverser 200^m d'alluvions du Rhin, formées d'argiles, de sables et de cailloux roulés alternants. Je suis actuellement sur des grès siliceux séparés par de légères couches d'argile. Ces grès ont parfois 5 à 6^m de puissance. Je ne pouvais les traverser que par un battage constant; mais le poids de la sonde sur l'outil amenait de fréquentes ruptures. Je cherchais à surmonter ces difficultés incessantes quand j'appris, il y a dix huit mois, qu'un forage ayant 575^m de profondeur se faisait à Cessingen, près Luxembourg. Commencé dans la formation liasique, ce sondage avait déjà traversé 215^m de gypse secondaire. Sa grande profondeur avait été atteinte en 900 jours de travail. Le docteur River, qui le dirigeait, me montra qu'en combinant la coulisse imaginée par M. d'Oeynhausen avec la sonde en fer, et en composant la partie supérieure de tiges en bois ferrées, le poids de cette sonde avait considérablement diminué. J'ai appliqué ces utiles leçons à Thivencelles (Nord), et à Haguenau (Bas-Rhin), en ajoutant à ce système un levier-romaine, au moyen duquel ma sonde, pour fonctionner, ne pèse que ce que je veux, et n'a de poids réel que pour la monter ou la descendre. Les tiges de bois ne peuvent agir que par percussion; le moindre rodage les briserait. Aussi est-il nécessaire que l'équipage soit double pour parer aux accidents et surtout pour y remédier.

» J'ai fait exécuter 272 sondages, et les nombreuses écoles que j'ai faites dans beaucoup d'entre eux, m'ont donné assez d'expérience pour être aujourd'hui en état de combiner, dans un même travail, les tiges continues en fer pour roder et réparer les accidents, les tiges désarticulées en bois pour avancer par la percussion seule, et enfin la méthode chinoise ou la corde pour vider les sables et nettoyer le forage.

» Je ne craindrais pas aujourd'hui d'entreprendre, à mes risques et périls, un sondage d'un kilomètre de profondeur, étant maître de ne donner à ma sonde que le poids convenable pour faire marcher activement mon travail de forage. Mes outils élargisseurs, dessinés et décrits dans les *Annales des Mines*, me permettent de conserver toujours un diamètre suffisant.

» M. l'amiral Duperré, auquel ses longues guerres dans l'Inde avaient fait sentir l'importance d'un port de guerre dans ces parages, m'a chargé, en 1835, d'indiquer à M. Montagniès de la Roque la manœuvre de la sonde. Cet officier supérieur a fait, en 1836, 40 sondages devant Saint-Denis (île Bourbon), à l'embouchure de la rivière de ce nom, et a reconnu qu'un port de guerre pourrait y être établi, le fond n'étant pas la lave qui forme

l'île, mais un charriage composé de sables et de galets agglomérés. Depuis, en 1839, M. Siau, ingénieur des Ponts-et-Chaussées, a été chargé de compléter l'exploration du port projeté.

» MM. Gaymard et Bravais se sont utilement servis de petites sondes, que je leur avais fournies, pour reconnaître la température souterraine au pôle nord.

» Un sondage, exécuté en ce moment par ordre du ministère de la Marine, sous l'inspection de M. Montagniès de la Roque, gouverneur du Sénégal, a déjà fait reconnaître à Saint-Louis que les alluvions du fleuve ont plus de 100^m de puissance. Tout fait espérer que cette colonie jouira enfin d'une fontaine qui lui procurera l'eau salubre dont elle manque. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Extraits des journaux nautiques de* M. Bérard, *par* M. DE TESSAN.

Résumé des observations météorologiques faites pendant un an dans le golfe du Mexique, par M. A. BÉRARD.

MOIS.	TEMPÉRATURE DE L'AIR.			TEMPÉRATURE DE LA MER.			BAROMÈTRE.	
	Maximum.	Minimum.	Moyenne.	Maximum.	Minimum.	Moyenne.	Hauteur.	Th. du bar.
Août 1838	29°,4	24°,4	26°,3	28°,0	25°,5	27°,2	po. lig. 28.02,9	26°,6
Septembre	30,1	24,6	27,1	28,5	26,1	27,2	»	»
Octobre	29,4	23,2	27,0	27,8	23,8	26,4	»	»
Novembre	27,8	22,1	23,9	27,2	23,0	24,5	»	»
Décembre	26,5	20,3	23,7	24,5	22,0	23,3	28.03,8	21,6
Janvier 1839	25,3	20,3	23,7	24,6	22,5	23,5	28.04,0	21,9
Février	24,7	17,4	21,7	23,4	20,1	21,7	28.05,2	20,1
Mars	26,2	15,6	24,3	24,3	20,0	23,1	28.04,0	23,0
Avril	28,9	22,5	26,8	26,9	22,8	25,0	28.02,4	25,0
Mai	29,1	26,5	28,1	27,6	25,1	26,4	28.02,6	26,1
Juin	29,9	28,0	28,9	27,5	25,9	26,9	28.02,9	27,0
Juillet	30,2	27,7	28,9	29,4	26,5	27,7	28.03,3	26,9
Moyennes de l'année.	30,2	15,6	25,9	29,4	20,0	25,2	28 3,4 / 765^{mm},6	24,2

« Ainsi la température moyenne du golfe du Mexique serait 25°,2, d'après les observations, et non pas 31°,4, comme le porte l'atlas de Berghauss.

» La température de l'air s'est élevée une fois à 33°, une fois à 32°, et deux fois au-dessus de 31°.

» M. Bérard signale au 6 août 1838, un halo qui paraissait elliptique, et dont les rayons mesurés ont été trouvés tous égaux à 22° 18'. (L'illusion qui fait paraître les astres plus grands à l'horizon, doit faire paraître la partie du halo la plus voisine de l'horizon, plus large que la partie supérieure.)

» Dans le mois d'octobre, M. Bérard a trouvé une pierre ponce assez grosse sur un banc flottant de fucus (*raisins du tropique*).

» Dans le mois de novembre 1838,

Du 12 au 13, on a vu	29 étoiles filantes,	
Du 13 au 14,	29	*id.*
Du 14 au 15,	15	*id.*

» Dans le mois de décembre 1838, dans la nuit du 4 au 5,

De $6^h \frac{1}{2}$ à 8^h, on a vu	48 étoiles filantes,	
De 8^h à 9^h,	58	*id.*
En $2^h \frac{1}{2}$.....	106	*id.*

» Dans le mois de janvier 1839, du 2 au 13, entre $6^h \frac{1}{2}$ et $7^h \frac{3}{4}$, la lumière zodiacale a été très belle; sa base avait au moins 5° de largeur, et sa pointe atteignait la constellation des Poissons.

» Au mois de mars 1839, M. Bérard signale l'apparition de la rosée sur les tentes pendant que le soleil était encore sur l'horizon.

» Les fucus dit *raisins du tropique*, dont on trouve des bancs flottants d'une si grande étendue dans l'Océan atlantique septentrional, croissent naturellement sur le fond, dans les environs des récifs de la Vera-Cruz. Il paraît que ce sont les tortues qui les coupent, soit pour s'en nourrir immédiatement, soit pour chercher leur nourriture dans ces prairies marines.

» Au mois de juillet 1839, M. Bérard décrit ainsi les apparences d'orages très violents qui éclatèrent à terre et dans le voisinage de la côte, et qu'il pouvait observer du large, en dehors de leur portée : « Ils com-
» mençaient par l'apparition d'une grosse masse de nuages qui augmen-
» tait graduellement, et dont les formes et les contours étaient bien ar-

» rêtés. Il a été presque toujours remarqué qu'avant qu'on aperçût les
» éclairs, ou qu'on entendît le tonnerre, il s'élevait du milieu de cette
» masse une colonne immense, irrégulière, qui montait avec une éton-
» nante rapidité. En considérant tout le nuage à l'aide d'une longue-vue,
» il paraissait régner dans son intérieur un grand mouvement : on l'au-
» rait dit formé d'une fumée très dense, roulant en flocons épais sur elle-
» même. Ses contours étaient tellement bien arrêtés, qu'on pouvait croire
» qu'il était, comme les ballons, circonscrit d'une enveloppe légère et
» tendue par un fluide élastique intérieur qui fait effort pour s'échapper.
» Plus tard on voyait ces bords tranchés s'effacer peu à peu, et la
» masse entière du nuage prenait un aspect vaporeux; alors l'orage était
» terminé; on ne remarquait plus que quelques éclairs qui n'étaient pas
» suivis de tonnerres. »

» Du 28 au 29 août 1839, dans l'espace de 19 heures, on a recueilli dans l'udomètre 246 millimètres d'eau de pluie.

» Le 11 août 1839, de minuit à 4 heures, M. Bérard note *beaucoup* d'étoiles filantes. »

A l'occasion d'une lettre dans laquelle M. Duperrey déclare comme de toute évidence, que la boussole en ivoire de M. Hubert, dont il a été dernièrement question, est celle-là même que Lemonnier fit dessiner en 1771, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, M. Arago fait connaître la circonstance qui l'a déterminé à être moins affirmatif. Cette circonstance est l'existence, sous l'aiguille, d'un trait noir, terminé par une flèche, et formant, vers l'ouest, un angle d'environ 45° avec la ligne nord-sud. Il n'y a aucun indice de cette ligne dans le dessin de Lemonnier.

ARTS INDUSTRIELS. — *Extrait d'une lettre de* M. de Girard *à* M. Arago, *sur le véritable inventeur de la filature mécanique du lin.*

« Le zèle avec lequel vous vous êtes livré à la recherche de nos droits à la grande création des machines à vapeur m'encourage aujourd'hui à vous prier, Monsieur, d'être mon appui dans une demande que j'adresse au Roi, aux Chambres et à l'Académie, relativement à mon invention de la filature mécanique du lin. Je n'ai pas besoin de vous rappeler quelle importance l'empereur Napoléon attachait à cette branche d'industrie, pour la création de laquelle il avait offert une si belle récompense.

» Parmi les concurrents qui se présentèrent, je fus le seul à résoudre le problème, ainsi que le prouvent mes brevets d'invention pris depuis l'année 1810 jusqu'en 1815, dans lesquels tous les procédés, toutes les machines, tous les principes essentiels sur lesquels se fonde aujourd'hui la filature du lin se trouvent décrits pour la première fois.

» Cette invention toute française fut cependant abandonnée en France presque dès son origine. Deux fabriques que j'avais établies à Paris se ressentirent de la chute de l'Empire. Je voulus en vain réclamer pour cette grande branche d'industrie la protection et les secours du Gouvernement, je n'obtins que des offres mesquines et à des conditions inacceptables. Mon invention languissait dédaignée par le Gouvernement français, lorsque S. M. l'empereur d'Autriche me fit proposer de la porter dans ses états aux plus honorables conditions. Ma position me faisait une loi de les accepter, et j'allai fonder près de Vienne une fabrique que j'ai conservée jusqu'au moment où, appelé par le gouvernement polonais à des conditions infiniment plus avantageuses, je vins établir près de Varsovie une grande filature, dont le capital s'élève à plus de deux millions de florins, et qui a donné mon nom à la ville naissante qui l'entoure. Je ne cessais cependant de soupirer après notre chère patrie; mais j'attendais pour y revenir que mes travaux y fussent enfin appréciés. Il a fallu malheureusement, pour y faire connaître le prix de mes inventions, que l'Angleterre s'en soit emparée, et qu'elle en ait retiré à nos dépens d'immenses bénéfices.

» Aujourd'hui l'industrie française se réveille et s'occupe à ressaisir ce grand moyen de prospérité qu'elle avait laissé échapper. Mais, par une erreur inexplicable, elle abdique l'honneur de cette grande création et croit la dérober à l'Angleterre, tandis qu'elle ne fait que lui reprendre ce qu'elle avait reçu de nous.

» J'ai cru que le moment était venu de protester contre cette erreur et contre l'injustice avec laquelle la Restauration traita et l'invention et l'inventeur.

» Le Mémoire que j'ai l'honneur de vous adresser vous mettra à même de juger de la justice de ma réclamation et de mes droits à la faveur que je sollicite; j'y démontre par des actes authentiques, non-seulement que j'ai créé, dès les années 1812, 1813 et 1814, la filature mécanique du lin, *telle qu'elle existe aujourd'hui,* mais que l'Angleterre ne l'a possédée qu'après que mes associés y portèrent mes procédés sans ma participation. Vous y verrez, Monsieur, que ce procédé de filature en fin par l'étirage des

brins du lin, dont les fibres élémentaires ont été décollées par l'immersion du fil en gros dans l'eau froide ou chaude, ce procédé que l'on nous rapporte aujourd'hui d'Angleterre, comme la plus importante découverte des filateurs anglais, a été dès le premier jour la base de mon système de filature; qu'il a été seul pratiqué dans toutes les filatures que j'ai établies en France, en Autriche, en Saxe et en Pologne, depuis l'année 1812, et dans celles qui se sont établies en Silésie d'après mes procédés; que ce n'est qu'en 1826 que cette nouvelle méthode a été connue en Angleterre; et enfin que, par une circonstance très singulière, l'introduction de ce procédé est devenue une occasion de consacrer publiquement en Angleterre même, et d'une manière incontestable, mes droits à l'invention de ce grand perfectionnement.

» J'ose espérer, Monsieur, que vous ne me refuserez pas l'appui de votre voix, dans une question qui intéresse l'honneur de notre industrie et celui de la France, qui ne doit point faillir à la parole de Napoléon. Ce n'est point toutefois son grand prix que je réclame, mais une récompense nationale qui me permette de venir consacrer honorablement à ma patrie mes dernières années et mes derniers travaux. Je n'ai pas réclamé cette récompense tant que la France n'a pas voulu profiter de mes inventions, mais aujourd'hui qu'elle s'approprie enfin leurs immenses résultats, repoussera-t-elle l'inventeur? Voudrait-elle que dans cent ans, si quelque savant illustre vient à rechercher l'origine de la filature mécanique du lin, il soit réduit à dire qu'elle fut inventée en France à la parole de Napoléon, mais que la France laissa l'inventeur vieillir et mourir sans récompense sur la terre étrangère? »

M. Payen écrit relativement à quelques résultats qu'il a obtenus dans une suite d'expériences relatives à la conservation des bois.

« Ces expériences, dit M. Payen, avaient été entreprises à la demande de la Société centrale d'Agriculture et de la Société d'encouragement, et je les poursuivais encore lorsque j'eus connaissance du beau travail de M. Boucherie, dont je m'efforçai dès-lors de populariser l'ingénieux procédé, en lui faisant subir quelques modifications dont il me paraissait avoir encore besoin pour être introduit dans la pratique... J'essayai d'opérer une filtration ou déplacement des sucs naturels, à l'aide de la pression de 1 ou de 2 mètres du liquide à infiltrer; une disposition très

simple me permit d'opérer en laissant les arbres étendus sur le sol ou posés sur des chantiers.

» La filtration au travers des parties perméables des couches ligneuses me parut, toutes choses égales d'ailleurs, aussi facile un mois après l'abattage, en saison ordinaire, que pendant l'afflux de la sève.

» Des différences très notables, comme on devait s'y attendre, ont eu lieu entre les effets de ce mode d'infiltration appliqué à des espèces différentes. Je n'en citerai qu'un seul exemple.

» Des chênes, dont le diamètre était de $0^m,30$, coupés à une longueur de $6^m,15$, ayant été mis en communication avec un baril plein d'une solution d'acétate de plomb, laissèrent écouler, en moins d'une heure, par l'extrémité opposée, un mélange de la sève avec la solution employée; les proportions de celle-ci augmentèrent graduellement, mais au bout d'un mois l'aubier seul encore était imprégné.

» Dans les mêmes circonstances, un pin laricio, de $0^m,30$ de diamètre et de 8 mètres de longueur, laissa écouler 150 litres de sève sans que la moindre trace de solution de plomb y pût être décélée par le sulfure de sodium; le mélange ne devint sensible qu'après l'écoulement de 175 litres, et ses proportions furent alors très rapidement croissantes jusqu'à la fin de la filtration, qui donna 250 litres.

» En me livrant aux expériences précitées j'avais encore le desir de vérifier les déductions de mes deux premiers Mémoires, présentés à l'Académie en 1835 et 1836, sur la composition chimique générale des végétaux et notamment la théorie des altérations principales des bois.

» J'avais dès-lors observé des matières azotées très altérables dans tous les organes des végétaux et dans tous les tissus ligneux, où des réactifs, notamment le tannin et le nitrate de mercure, me servaient à décéler leur présence; j'en avais conclu que les principaux agents de la conservation des matières animales s'appliqueraient, sans doute, à conserver les bois.

» Tous les faits, sans exception, observés depuis cette époque, en France et à l'étranger, me semblent avoir confirmé cette prévision. »

M. Payen présente, à l'appui de sa communication, un tronc de pin laricio imprégné d'acétate de plomb. Du sulfure de sodium versé sur une moitié de la tranche, marque en brun les parties du tissu traversées jusque autour de l'axe par l'acétate de plomb.

M. Ch. Chevalier, à l'occasion d'une communication récemment faite à l'Académie, sur un *microscope* de petite dimension, rappelle que déjà

en 1839, dans son *Manuel du Micrographe*, il a donné la description d'un microscope ayant 4 centimètres seulement de longueur et un grossissement de cinq cents fois.

M. Chevalier présente aussi quelques remarques relatives à la loupe Stanhope, et y signale les inconvénients suivants :

1°. Le foyer étant invariable, deux personnes qui n'ont pas la même vue ne pourront faire usage du même instrument ;

2°. Comme c'est sur le verre même qu'on fait adhérer l'objet qu'on examine, il faut à chaque fois essuyer la lentille, laquelle, par suite de ces frictions répétées, se trouve bientôt rayée et hors d'usage.

3°. Le pouvoir amplifiant de cette lentille est trop faible pour qu'on puisse l'employer dans un grand nombre d'observations pour lesquelles il serait pourtant précieux d'avoir un appareil très portatif.

« Ces divers désavantages, dit M. Chevalier, peuvent être évités sans introduire dans l'appareil une grande complication; le doublet que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, est muni d'une lame de verre très mince, laquelle est fixée au-devant des lentilles dans un barillet mis en mouvement par un mécanisme fort simple. L'instrument, grace à cette disposition, s'accommode aux différentes vues, et est soustrait aux causes de dégradation que j'ai signalées. »

M. Chevalier adresse enfin une Notice sur diverses modifications qu'il a fait subir aux appareils employés dans les opérations photographiques et principalement à la *chambre obscure*. Il s'est proposé de donner les moyens de changer les foyers, sans qu'il en résulte une grande augmentation de dépense, et il fait remarquer que ce changement devient indispensable pour un instrument qui doit être employé tour à tour pour prendre des vues et pour faire le portrait.

M. Léon Waysse adresse une Notice sur un système de *chaudières à vapeur* nouvellement employé aux États-Unis, et qui paraît permettre une très grande économie dans la dépense du combustible. Les détails contenus dans cette Notice n'étant pas suffisants pour bien faire connaître l'appareil, nous attendrons une description plus complète, avant d'en entretenir nos lecteurs.

M. de Paravey, à l'occasion des communications récentes sur l'imprégnation des bois, appelle l'attention sur un passage de l'*Histoire de Tartarie* du P. Visdelou, où il est question d'une rivière nommée *Kang-*

Kan dont les eaux avaient la propriété de convertir en une sorte de pierre les troncs de pin qu'on y jetait fraîchement coupés. Le peuple qui avait remarqué cette propriété des eaux de la rivière *Kang-Kan*, et qui, dit M. de Paravey, savait sans doute en tirer parti, appartenait à la nation des Hoei-Heou ou Ouigours.

(*Pièces de la séance du* 8 *mars.*)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Intérieur** annonce l'envoi d'un Mémoire de MM. **Soyer** et **Ingé** sur l'*exécution de grandes pièces de sculpture au moyen des procédés galvano-plastiques*, et prie l'Académie de lui adresser copie du Rapport qui sera fait sur ce Mémoire.

Le travail annoncé par M. le Ministre n'est pas encore parvenu à l'Académie.

M. **Baudelocque** écrit relativement à la nécessité de ne pas couper le cordon ombilical dans le cas d'asphyxie ou d'apoplexie de l'enfant nouveau-né.

« De nombreuses observations, dit M. Baudelocque, m'ont prouvé l'importance de ce précepte déjà donné par plusieurs accoucheurs célèbres, et depuis que je l'ai mis en usage, je n'ai pas perdu un seul enfant, quelle que fût, d'ailleurs, la gravité de son état. En effet, même lorsque les artères ombilicales ont cessé de battre, le sang qui parcourt la veine ombilicale suffit seul, dans beaucoup de cas, comme je l'ai constaté, pour revivifier le fœtus né asphyxié ou apoplectique. Si à ce moyen de traitement on ajoute la stimulation du cœur et des autres organes par des frictions faites avec des linges très chauds sur la région précordiale et la partie supérieure de la tête, puis qu'après 8 ou 10 minutes, on coupe le cordon, qu'on plonge l'enfant dans un bain plus que chaud pour le frotter de nouveau, et qu'enfin, si la respiration reste encore incomplète, on fasse perdre du sang à l'enfant, en lui mettant une ou deux sangsues sur le haut de la poitrine, après avoir fait avec la lancette une ou deux mouchetures à la peau afin que les sangsues mordent plus facilement, on voit l'enfant le plus engorgé de sang revenir peu à peu à la vie. »

M. Amussat écrit relativement à de nouvelles opérations qu'il vient de pratiquer pour le traitement du bégaiement. Les cas dans lesquels il a déjà fait, dans le but que nous venons d'indiquer, la section des muscles génio-glosses, sont maintenant au nombre de vingt-un.

« Déjà, dit M. Amussat, plusieurs procédés forts différents ont été proposés pour remédier au bégaiement, et M. Dieffenbach, dans une Note que l'Académie a reçue la semaine passée, a décrit celui qu'il emploie; mais, tout en rendant justice aux travaux de ce célèbre chirurgien, je crois devoir rappeler que j'ai le premier formulé un procédé pour l'opération, et présenté des bègues guéris. Une Commission a été nommée récemment pour juger les travaux relatifs au bégaiement : je suis entièrement à sa disposition pour lui montrer les sujets sur lesquels j'ai agi et ceux que je me propose encore d'opérer. »

M. Fourcault communique les résultats des observations qu'il a faites dans un voyage récent en Belgique, sur cette sorte d'ophthalmie qu'on désigne souvent dans le pays sous le nom d'*ophthalmie militaire*, parce que c'est sur les soldats qu'elle sévit principalement. De ses propres expériences et de celles qui sont dues à plusieurs praticiens de ce pays, M. Fourcault se croit fondé à conclure que la maladie, bien distincte de l'inflammation de la conjonctive qui résulte de l'action de causes extérieures, se transmet par voie de contagion; il pense qu'on doit revenir à l'opinion (d'abord généralement admise, quoique peut-être sans fondements suffisants, puis très communément abandonnée), que la maladie s'est introduite en Belgique, à l'époque de l'invasion et par suite des communications avec les armées anglaise et prussienne, chez lesquelles elle était déjà régnante. M. Fourcault cite des exemples de transmission de cette *conjonctivité* de l'homme aux animaux au moyen d'une inoculation; enfin, il entre dans quelques détails sur la méthode de traitement qui a été suivie avec le plus de succès.

M. Azais adresse une Note dans laquelle il se propose de faire voir comment, au moyen de certains principes qu'il a développés dans de précédentes communications, les organes d'un animal peuvent conserver leur forme tout en renouvelant sans cesse les matériaux qui entrent dans leur composition.

M. de Castelnau adresse quelques détails sur un *tremblement de terre* qui s'est fait ressentir le 25 janvier au matin dans l'état de New-York. Les

secousses, qui ont duré de 15 à 20 secondes, étaient accompagnées, comme cela arrive si souvent, d'un bruit qu'on compare à celui qui résulterait du passage de lourdes charrettes. La direction du mouvement était de l'ouest à l'est.

Dans une autre partie de sa lettre, M. de Castelnau parle d'un météore lumineux qui a été observé le 29 mai 1840, et d'une crue extraordinaire du lac Erié, survenue le 25 du même mois.

M. DE PERRON adresse une Note ayant pour titre : *Ébauche du cadre de la véritable classification du Règne animal, ou sa division fondamentale suivant l'ordre naturel de la suite chronométrique des temps.*

Une lettre adressée par M. DROUOT, sur la formation de la cataracte, accompagnée d'un ouvrage sur le même sujet, est renvoyée à l'examen de la Commission nommée pour le Mémoire de M. Malgaigne.

L'Académie accepte le dépôt de deux *paquets cachetés*, adressés, l'un par M. BLATIN, l'autre par M. CAZENAUD.

La séance est levée à 5 heures. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 9, in-4°.

Traité élémentaire d'Astronomie physique; par M. Biot; 3e édition, tome 1er, in-8°.

Annales maritimes et coloniales; 26e année, février 1841, in-8°.

Annales des Mines; 3e série, tome 17, 3e liv. de 1840, in-8°.

Annales françaises et étrangères d'Anatomie et de Physiologie; cahiers nos 5 et 6; 1839, in-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; février 1841, in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France; tome 12, feuille 1—5, in-8°.

Correspondance de Victor Jacquemont *avec sa famille et plusieurs de ses amis, pendant son Voyage dans l'Inde* (1828—1832); *nouvelle édition, augmentée de Lettres inédites, et accompagnée d'une carte;* 2 vol. in-12.

Nouveau Traité des Cataractes, sans opérations chirurgicales; par M. Drouot; in-8°.

Memoire sur le développement du Pollen, de l'Ovule, et sur la structure des tiges du Gui (Viscum album); *par* M. J. Decaisne; in-4°.

Lettres écrites du Val-de-Grâce sur les Maladies vénériennes; par M. Desruelles; 2e édit. (lettre 1 à 6), 3 broch. in-8°.

Recherches sur les Fissures congénitales des Lèvres, ou des variétés et des causes du Bec de lièvre; par M. Bouisson; Montpellier, 1841, in-8°.

Notice sur le Château seigneurial d'Issy, connu sous le nom de Château de Childebert; par M. de Brière; in-8°.

Lettre sur le Somnambulisme à M. le Rédacteur du Courrier du Bas-Rhin; par M. le baron Massias; in-8°.

Journal des Haras; mars 1841, in-8°.

Journal de Chimie médicale; mars 1841, in-8°.

Journal des Connaissances nécessaires et indispensables; mars 1841, in-8°.

Journal des Connaissances utiles; janvier et février 1841, in-8°.

Le Technologiste; mars 1841, in-8°.

Maison rustique du XIX^e^ *siècle;* février 1841, in-8°.

Revue zoologique; février 1841, in-8°.

Paléontologie française; par M. ALCIDE D'ORBIGNY; 15^e^ liv., in-8°.

Bibliothèque universelle de Genève; janvier 1841, in-8°.

Flora Batava; 121^e^ liv., in-8°.

Astronomische.... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n^os^ 415 et 416, in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome 9, n° 10.

Gazette des Hôpitaux; n° 28—30.

L'Expérience; n° 192.

La France industrielle; jeudi 4 mars 1841.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 MARS 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

A l'occasion de la lecture du procès-verbal, M. **Flourens** signale une inexactitude qui a été commise quand on a rendu compte d'une Lettre de M. le Ministre de l'Intérieur, relative aux procédés de MM. Soyer et Ingé, pour l'exécution galvanoplastique de grandes pièces de sculpture. Le Mémoire dont il est question dans la Lettre de M. le Ministre, est celui que MM. Soyer et Ingé ont précédemment présenté, et non pas, comme on l'avait cru, une nouvelle communication sur le même sujet.

Dans la mise en page de la Note de M. **Biot** sur l'Optique analytique, insérée au dernier numéro du *Compte rendu*, il s'est opéré une transposition de lignes qui trouble la continuité du sens, mais qui est très facile à rectifier. Il suffit, pour cela, de reporter la première ligne de la page 411, au haut de la page 412.

RAPPORTS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Rapport sur les travaux de* M. Espy, *relatifs aux Tornados.*

(Commissaires, MM. Arago, Pouillet, Babinet rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Arago, Pouillet et moi, de lui faire un Rapport sur les observations et la théorie de M. Espy, qui ont pour objet les météores aériens connus sous le nom d'ouragans, de trombes, de tornados, lesquels exercent de si grands ravages dans les mers et dans les contrées voisines du golfe du Mexique, et se reproduisent exactement de la même manière dans toutes les parties du globe, lorsqu'un petit nombre de circonstances données se trouvent réunies dans une même localité.

» Le travail de M. Espy, qui a déjà beaucoup occupé le monde savant, peut être considéré sous trois points de vue différents : 1° les faits qu'il a reconnus et constatés et les preuves à l'appui; 2° la théorie physique qu'il en donne et les conséquences qu'il en déduit; 3° les observations qui seraient à faire d'après cette théorie appuyée sur les faits et les règles pratiques que le marin, l'agriculteur, le météorologiste doivent en tirer, les deux premiers pour leur utilité particulière, le dernier pour la science, qui est l'utilité de tous.

» Les faits qui résultent des documents nombreux que M. Espy a mis sous les yeux de la Commission sont les suivants :

» Le mouvement de l'air dans le météore en question, tornado, trombe, s'il est violent et peu étendu, ouragan (storm) s'il embrasse plusieurs degrés de la surface du globe; le mouvement de l'air, disons-nous, est toujours convergent, soit vers un centre unique si le tornado est de forme arrondie et d'une étendue restreinte, soit vers une ligne diamétrale si le tornado, l'ouragan (storm) est d'une forme allongée et s'étend sur plusieurs centaines de lieues. Si le tornado est très petit, auquel cas la violence du mouvement de l'air n'en est encore que plus grande, on voit souvent apparaître à son centre un nuage dont la pointe se déprime de plus en plus et finit par toucher la terre ou la mer. Les trombes sont de petits tornados, et la force de ces météores dans la partie sud et est

des États-Unis est telle, que les arbres sont enlevés dans les airs, et que les objets les plus lourds sont eux-mêmes renversés, déplacés, transportés. Au reste, il suffit de rappeler les ouragans bien connus des Antilles, qui changent jusqu'à la forme du terrain sur lequel ils exercent leurs ravages. Nous adopterons le mot technique de *tornado* pour désigner le météore en question, quelles que soient son étendue et son intensité. La Chine et les mers voisines, l'Afrique méridionale et la partie sud-ouest de la mer des Indes, sont comme les Indes occidentales le théâtre de météores de même nature et non moins désastreux.

» En observant, à une même heure, le sens, la force, la direction du vent indiquée par les arbres renversés, les objets mobiles déplacés, enfin les traces imprimées sur le sol, M. Espy établit qu'à un même instant, le mouvement de toutes les parties de l'air qui est atteint par le tornado se produit vers un espace central, point ou ligne, en sorte que si le vent d'un côté du météore souffle vers l'*est*, il souffle avec la même violence vers l'*ouest* de l'autre côté du tornado, et souvent à très peu de distance du premier lieu, tandis qu'au centre il se produit un courant ascendant d'une étonnante rapidité, lequel, après être monté à une prodigieuse hauteur, se déverse de tous côtés jusqu'à une certaine limite, que nous fixerons bientôt d'après les observations du baromètre. Ce courant ascendant perd sa transparence à une certaine hauteur et devient un vrai nuage du genre de ceux qu'on appelle *cumulus*, et dont la base est horizontale et la hauteur déterminée par l'état de température et d'humidité de l'atmosphère. Le nuage central du tornado se reproduit constamment à mesure qu'il est enlevé par le courant rapide du centre; et, suivant M. Espy, quand ce météore donne de la grêle ou de la pluie, ce qui a lieu communément, c'est le refroidissement dû à la dilatation de l'air emporté dans les régions supérieures de l'atmosphère qui condense l'eau; l'électricité, quand elle intervient dans le tornado, n'est point, d'après M. Espy, essentielle au phénomène.

» L'existence d'un courant ascendant d'une violence extrême une fois mise hors de doute par les phénomènes de soulèvement, et le mouvement de l'air vers un centre ou vers le grand diamètre de l'espace oblong occupé par le tornado étant bien établi par les faits, M. Espy examine le mouvement de déplacement du météore entier, lequel est très lent comparativement à la vitesse du vent dans la masse d'air que comprend à chaque instant le tornado. M. Espy indique que vers la latitude de Philadelphie, où les petits nuages pommelés (les cirrus), très élevés comme on sait, se di-

rigent vers l'est, le centre des tornados se meut presque toujours vers l'est aussi bien qu'en Europe où le vent d'ouest est prédominant, tandis que dans les régions intertropicales (la Barbade, la Jamaïque, le nord de la mer des Indes), le météore se déplace vers l'ouest ou le nord-ouest en suivant le courant des alisés. Ces assertions se vérifient encore pour la Chine et la mer des Indes, d'après les cartes de Berghaus. Le baromètre, au centre du météore, est quelquefois de 60 millimètres plus bas que vers ses bords, et sa limite est tracée sur tout son contour par une courbe fermée, le long de laquelle le baromètre se trouve à sa hauteur normale, tandis qu'au-delà de cette ligne, plus en dehors, on observe une augmentation de hauteur dans la colonne barométrique, laquelle ne s'élève qu'à deux millimètres pour les petits tornados, mais qui peut être de 10 ou 12 millimètres dans les météores très étendus. Si le centre du tornado se déplace (ce qui peut avoir lieu dans un sens quelconque par rapport à la ligne diamétrale) et que l'on examine les effets produits par ce mouvement, on trouve constamment que si le météore a suivi dans son déplacement la ligne de son plus grand diamètre, l'arbre tombé le premier indique un point antérieur dans la marche du météore, et l'arbre tombé le second un point postérieur. Aussi trouve-t-on constamment que les arbres renversés dont la cime est tournée vers les positions antérieures du centre du tornado, sont recouverts par les arbres tombés dans la direction du centre à une époque postérieure. Enfin dans ce même cas, les branches des arbres non abattus, situées du côté opposé à la ligne que suit le centre du météore ont suivi le vent et sont tordues autour du tronc de l'arbre.

» Les circonstances favorables à la production subite d'un tornado, grand ou petit, sont, suivant M. Espy, un air chaud et humide, recouvrant une contrée suffisamment plane et étendue, assez tranquille pour que le mouvement ascendant de la partie qui est accidentellement la moins dense puisse se produire à une grande hauteur perpendiculaire au-dessus du milieu de l'espace échauffé et chargé de vapeur transparente; enfin, dans les régions supérieures, un air sec et froid dont l'état et surtout la densité contraste avec celle du courant ascendant qui se dilate, se refroidit, perd sa transparence par la précipitation de son humidité, tout en gardant une pesanteur spécifique moindre que l'air environnant, et par son déversement présente la forme d'un champignon ou d'une tête de pin avec ou sans prolongement ou appendice vers le bas, lequel appendice, nuageux et opaque, indique un espace où la dilatation et le froid sont au maximum,

et où, par suite, la précipitation de la vapeur commence presque immédiatement au-dessus du sol ou de la surface de la mer.

» Tels sont donc les principaux points que de nombreuses observations ont fournis à M. Espy : le mouvement de l'air vers le centre du météore, la dépression barométrique dans ce centre, le courant central ascendant, la formation d'un nuage à une certaine hauteur et son déversement circulaire après que ce nuage a atteint une prodigieuse hauteur, déversement accompagné de pluie et de grêle, enfin le mouvement de déplacement de tout le météore en masse ; voilà, dis-je, les points que les travaux multipliés de M. Espy, ses propres observations, et les documents qu'il a recueillis et qu'il se propose de publier incessamment dans un ouvrage spécial, ont mis hors de doute, et qui semblent même avoir triomphé de toute objection et avoir rallié toutes les opinions à la sienne.

» Voyons maintenant la théorie sur laquelle il appuie ses observations, ou plutôt qui s'appuie sur ces faits bien observés, bien constatés et toujours reproduits dans la nature avec le même ensemble de circonstances.

» M. Espy pense que si une couche très étendue d'air chaud et humide en repos couvre la surface d'une région de la terre ou de la mer, et que par une cause quelconque, par exemple une moindre densité locale, un courant ascendant se détermine dans cette masse d'air humide, la force ascensionnelle, au lieu de diminuer par l'effet de l'élévation de la colonne soulevée, ne fera que s'accroître avec la hauteur de la colonne, exactement comme si un courant d'hydrogène s'élevait au travers de l'air ordinaire, lequel courant serait poussé vers le haut de l'atmosphère avec une force et une vitesse d'autant plus grandes qu'il aurait une plus grande hauteur. On peut encore assimiler cette colonne d'air chaud à celle des cheminées et des tuyaux de poêle, dont le tirant est d'autant plus grand que les tuyaux contenant l'air chaud sont d'une plus grande hauteur. Quelle est donc la cause qui rend le courant ascendant chaud et humide constamment plus léger dans chacune de ses parties, que l'air qui se trouve à la même hauteur que ces diverses portions de la colonne ascendante?

» Cette cause, suivant les calculs *très suffisamment exacts* de M. Espy, est la température constamment plus élevée que garde la colonne ascendante, température qui provient de la chaleur fournie par la précipitation partielle de la vapeur mêlée à l'air, et qui fait de cette colonne ascendante une vraie colonne d'air chaud, c'est-à-dire de gaz plus léger, car le poids de l'eau qui passe à l'état liquide est loin de compenser l'excès de légèreté qui provient de la température plus élevée que conserve cet

air. (Ce poids ne compense qu'environ un cinquième de la diminution de poids dans les circonstances ordinaires.) Ainsi, plus la colonne sera haute, et plus sa force ascensionnelle sera considérable, et plus l'aspiration de l'air environnant de tous côtés sera produite avec énergie.

» Pour comprendre encore mieux cet effet, considérons une masse d'air chaud et sec s'élevant au milieu d'une atmosphère plus froide. A mesure que cet air s'élèvera, il se dilatera en vertu de la pression moindre qu'il éprouvera, et par suite il se refroidira; il arrivera donc promptement à l'équilibre et de pression et de température avec une couche plus ou moins haute qu'il atteindra bientôt, et dans laquelle il s'arrêtera; mais si cette cause unique de refroidissement, l'expansion, est contre-balancée par une cause d'échauffement, par exemple la chaleur fournie par la vapeur qui se précipite, cet air restera constamment plus chaud qu'il n'eût été nécessaire pour atteindre la même température et la même pression que l'air ambiant. Il sera donc constamment plus léger, et plus la colonne sera élevée, plus la force ascensionnelle sera considérable. Les calculs de M. Espy montrent, sans aucune incertitude, que la colonne d'air humide regagnant en température, par la vapeur qui se précipite, une partie de la chaleur que lui fait perdre son expansion; cette colonne reste toujours plus chaude que l'air qui est à la même hauteur que chacune de ses parties. Du reste, M. Espy supplée aux données exactes qui manquent encore à la science, par des expériences faites sur la température que conserve l'air par l'effet de la précipitation de la vapeur dans un vase fermé qu'il appelle *néphéloscope*, et dans lequel il compare l'abaissement thermométrique produit dans l'air par une diminution de pression supérieure à ce qui a lieu dans la nature, soit en opérant sur de l'air sec, soit en employant de l'air humide. Malgré l'influence des parois du vase, toutes les fois qu'un léger nuage est formé dans l'appareil, la température subit une réduction beaucoup moindre que celle qui a lieu quand on n'atteint pas le point de précipitation de la vapeur, ou qu'on opère sur de l'air desséché.

» La théorie de M. Espy rend compte aussi très bien de la formation d'un vrai nuage analogue aux cumulus à base horizontale, dès le moment où l'air chaud et humide a atteint une expansion telle, que le froid qui en résulte produit la précipitation de l'eau; et la base du nuage central du tornado, si elle est horizontale, comme cela a lieu dans les grands météores de cette nature, doit être d'autant plus abaissée que l'air humide soulevé est plus riche en vapeur d'eau; cette base, comme celle des cumulus, devant se trouver au point où la température du courant ascendant devient

celle du *point de rosée*, qui dépend évidemment lui-même du degré d'humidité de l'air. Cette théorie explique encore comment, dans les petits tornados dont la violence est remarquable, il doit se produire à une très petite hauteur, dans le centre du météore, une dilatation suffisante pour précipiter la vapeur par le froid et par suite pour produire cette espèce d'appendice qui distingue particulièrement les petits tornados ou trombes ordinaires. Ajoutons que les calculs de M. Espy, sur la densité de la colonne chaude, sa légèreté comparative, la force ascensionnelle du courant, la dépression centrale qui en est la suite, la vitesse d'écoulement de l'air environnant vers l'espace où la pression est diminuée, enfin toutes les conclusions tirées des données physiques des phénomènes ont été vérifiées et reconnues *suffisamment* approchées pour ne laisser aucun doute sur cette partie de la théorie de M. Espy.

» Il reste à dire un mot du déplacement du météore. Ce déplacement pourrait dépendre d'un vent ordinaire qui produisant un mouvement commun à toute l'atmosphère, ne troublerait pas l'ascension de la colonne d'air humide. Mais comme ces phénomènes naissent subitement au milieu d'un grand calme, M. Espy pense que, conformément aux faits observés, on doit attribuer le mouvement de translation du météore aux vents qui règnent dans la partie supérieure de l'atmosphère dans les latitudes moyennes, et que ce mouvement doit ainsi avoir lieu vers l'est, tandis que dans les régions équatoriales ce mouvement doit être dirigé vers l'ouest, comme le courant des alisés. Enfin la légère surcharge que doit occasionner le déversement de l'air tout autour de la tête du météore rend compte de la légère élévation du baromètre qui précède dans chaque localité l'invasion du tornado et peut même, suivant M. Espy, lui servir de pronostic. Il en résulte encore, au-delà des limites du météore, que l'on doit éprouver, conformément à l'observation, un vent faible dont la direction est opposée à celle de l'air qui se précipite violemment vers l'espace central du tornado.

» Les conséquences que M. Espy tire de cette théorie sont que dans plusieurs localités, à la Jamaïque, par exemple, les brises de mer donnent lieu à un mouvement de l'air parfaitement analogue à celui qui constitue un tornado et que les résultats en sont les mêmes, savoir la pluie et l'orage à des heures fixes de chaque jour d'été. Les mêmes circonstances produisent les mêmes effets dans d'autres localités bien connues; des éruptions volcaniques, de grands incendies de forêts, avec des circonstances favorables de calme, de chaleur et d'humidité, doivent aussi produire des courants ascendants et de la pluie. Au milieu de toutes les déductions théoriques de

M. Espy, on doit remarquer celle-ci, que jamais un courant d'air descendant ne peut donner du froid, car ce courant s'échaufferait par compression à mesure qu'il descendrait, et la température météorologique de plusieurs localités qui se trouvent à l'abri des vents ascendants se trouve considérablement augmentée par cette cause. Les orages de sable de plusieurs parties de l'Afrique et de l'Asie, quoique possédant une bien moindre énergie, précisément à cause de la sécheresse de l'air échauffé, sont pour la nature de l'effet et même pour sa quantité parfaitement en rapport avec la théorie de M. Espy. Observons enfin que si, dans les tornados, l'air est absorbé par la partie inférieure de la colonne et non par les parties supérieures, c'est que la différence entre la pression de la colonne chaude et celle de l'air environnant est d'autant plus prononcée qu'on la considère plus bas dans la colonne de moindre densité à élasticité égale, en sorte que dans le cas de l'équilibre, au point le plus bas, cette différence serait précisément la différence totale de toute la colonne chaude à toute la colonne d'air de même hauteur située à l'entour de la première.

» Les observations et les expériences que l'étude des phénomènes des tornados et la théorie qu'il en a donnée, ont suggérées à M. Espy méritent la plus sérieuse attention. Il est d'abord évident que la science gagnerait beaucoup à l'établissement d'un système d'observations simultanées du baromètre, du thermomètre, de l'hygromètre et surtout de l'anémomètre, si du moins on pouvait en avoir un convenable pour donner d'une manière suffisamment exacte, l'intensité du vent en même temps que sa direction et l'heure de chacune de ses intensités variables. Le rôle que joue l'électricité dans ce phénomène, est encore tout entier à déterminer. Enfin, M. Espy pense que des causes artificielles, par exemple de grands feux allumés dans des circonstances favorables de chaleur, de calme et d'humidité peuvent déterminer un courant ascendant d'une violence beaucoup moindre, dont les résultats utiles seraient de la pluie d'une part et de l'autre l'heureux résultat de prévenir de désastreux météores. Il faudra voir dans l'ouvrage même de M. Espy, ce qui résulte encore d'utile pour le pilotage des notions que fournit sa théorie.

» Les différentes manières dont les physiciens, au moyen d'appareils dont le principe est la force centrifuge, ont imité les trombes ou petits tornados, ne nous semblent pas conciliables avec la théorie de M. Espy qui, appuyée sur les faits, contredit également l'idée d'un mouvement giratoire de l'air dans le tornado.

» Ce serait encore ici le lieu de comparer la théorie de M. Espy avec les

autres théories antérieures ou contemporaines. Les travaux de Franklin et de MM. Redfield, Reid et Peltier nous offriraient beaucoup d'observations bien faites et des parties, sinon l'ensemble des phénomènes, très bien étudiées. Mais cette discussion étendue que nous avons dû établir avant de nous prononcer pour M. Espy, nous mènerait trop loin. M. Espy lui-même, quant à la partie électrique du phénomène, qu'il ne regarde cependant que comme accessoire et secondaire, convient que sa théorie est moins avancée et moins complète que pour ce qui a rapport aux phénomènes de mouvement et de précipitation d'eau qui sont, suivant lui, la base de la production du météore.

» Enfin, il résulte encore des travaux de M. Espy que désormais on ne devra jamais, dans l'état normal de l'atmosphère, faire intervenir un courant d'air descendant comme une cause de refroidissement ni un courant d'air sec ascendant, comme une cause d'échauffement. Les applications de ce théorème se présentent d'elles-mêmes dans la climatologie, mais ce principe éloigne surtout toute idée d'explication du tornado par la force centrifuge, qui ferait alors descendre l'air supérieur au centre du tornado, lequel air s'échauffant par la pression augmentée, ne pourrait laisser précipiter sa vapeur propre, ni précipiter celle de l'air avec lequel il viendrait à se mêler.

Conclusions.

» En résumé, la communication de M. Espy contient une grande quantité de faits bien observés et bien décrits. Sa théorie, dans l'état actuel de la science, satisfait seule aux phénomènes, et complétée, comme pense le faire M. Espy, par l'étude des actions électriques quand celles-ci interviennent, elle ne laissera rien à désirer. Enfin, pour la géographie physique, l'agriculture, le pilotage et la météorologie, elle nous donne des explications nouvelles, des indications utiles pour des recherches ultérieures, et redresse plusieurs erreurs accréditées.

» La Commission émet donc le vœu que M. Espy soit mis, par le gouvernement des États-Unis, en position de poursuivre ses importants travaux, et de compléter sa théorie dejà si remarquable au moyen de toutes les observations et de toutes les expériences que les déductions mêmes de sa théorie pourront lui suggérer dans une contrée vaste où les hommes éclairés ne manquent pas à la science, et qui est d'ailleurs comme la patrie de ces redoutables météores. Le travail de M. Espy fait encore sentir la nécessité d'entreprendre un examen rétrospectif des nombreux

documents déjà recueillis en Europe, pour les coordonner et en tirer toutes les conséquences qui peuvent en découler, et plus que jamais à l'époque présente où les pluies diluviales qui ont ravagé le sud-est de la France ont appelé l'attention sur toutes les causes possibles de pareils phénomènes. En conséquence, la Commission propose à l'Académie de donner son approbation au travail de M. Espy, de l'engager à continuer ses recherches, et surtout d'essayer de bien caractériser le rôle que joue l'électricité dans ces grands phénomènes, dont le théorie complète sera une des plus précieuses acquisitions de la science moderne. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

GÉOGRAPHIE. — *Rapport sur les travaux géographiques et statistiques exécutés dans la république de Venezuela, d'après les ordres du congrès, par* M. le colonel **Codazzi**.

(Commissaires, MM. Arago, Savary, Élie de Beaumont, Boussingault rapporteur.)

« Par un décret du 14 octobre 1830, le congrès de Venezuela autorisa le pouvoir exécutif à faire construire une carte générale de la république, et à rassembler dans un seul corps d'ouvrage, les documents relatifs à l'histoire et à la statistique du pays.

» Le colonel Codazzi fut chargé par le général Paez, président, de la direction de cet important travail. Durant le cours de dix années, M. Codazzi a parcouru dans tous les sens le vaste territoire de l'état de Venezuela; il n'est pas un canton, pas un village dans lequel il n'ait porté ses instruments. Le gouvernement ayant facilité à cet ingénieur les moyens de se rendre en Europe pour publier les résultats de ses travaux, M. Codazzi a choisi la France, où sa première démarche a été de soumettre au jugement de l'Académie des Sciences, le fruit de ses longs et pénibles voyages.

» L'Académie nous a chargés, MM. Arago, Savary, Élie de Beaumont et moi, de l'éclairer sur la nature, l'importance d'un travail à l'exécution duquel, pour répondre à la noble pensée du congrès, l'auteur s'est livré avec un si rare dévouement.

» L'Académie a eu sous les yeux la grande carte de Venezuela, elle a pu juger par elle-même du mérite artistique de cet ouvrage, et sous ce rapport, la tâche de ses Commissaires se trouve singulièrement abrégée. Les cartes particulières, au nombre de trente, ne méritent pas moins d'éloges.

spécialement celles qui, indépendamment de leur propre valeur, doivent en outre être considérées comme de précieux documents pour l'histoire de l'Amérique et pour la physique du globe. Telles sont, pour en citer quelques-unes, la carte hydrographique, sur laquelle se trouvent indiqués les différents cours d'eau; la carte ethnographique, qui représente Venezuela à l'époque de la conquête, où l'on retrouve toutes les indications des tribus indiennes qui l'habitaient, de celles qui se sont soumises à la domination espagnole, de celles, bien plus nombreuses, qui ont disparu en voulant y résister; enfin la carte agricole, qui montre le territoire partagé en trois grandes divisions, la zone cultivée, la zone pastorale, la zone des forêts.

» L'examen de vos Commissaires a dû particulièrement porter sur la valeur des éléments employés par M. Codazzi dans la construction de son atlas; sur le degré de confiance que l'on peut accorder aux documents statistiques qui forment la base du texte. Ces documents sont nombreux, authentiques, ils émanent directement de l'administration, car, en créant la commission chorographique, le gouvernement avait mis ses archives à l'entière disposition de l'habile officier qui la dirigeait.

» Il est presque inutile d'en faire la remarque, un travail géographique qui embrasse une contrée aussi étendue que l'est Venezuela, quand il a été exécuté par un seul observateur, ne peut, quel qu'ait été son zèle, son habileté, comporter ce haut degré de précision que l'on trouve dans les travaux du même genre, auxquels, en Europe, concourent des corps entiers de savants ingénieurs.

» La géographie de l'intérieur de l'Amérique méridionale est d'ailleurs à sa naissance, et pour faire comprendre combien les travaux de M. Codazzi seront utiles à l'avancement de cette partie de la science, il suffit de rappeler ce qu'avaient fait ses prédécesseurs.

» Avant l'expédition commandée par Fidalgo, et les voyages de notre illustre confrère M. de Humboldt, les cartes de l'ancienne capitainerie générale de Caracas étaient affectées des erreurs les plus graves. Les rectifications dues à ces voyageurs, en améliorant les cartes anciennes par la fixation exacte de points importants, les ont cependant laissées bien imparfaites encore sous le rapport des détails. Ces imperfections, nous nous empressons de le reconnaître, sont la conséquence de la rapidité des voyages. En général les voyageurs passent trop vite; leurs observations n'acquièrent réellement une perfection suffisante que dans les contrées où ils séjournent, là où ils cessent de voyager.

» Le colonel Codazzi a accepté les positions astronomiques fixées par Fidalgo et M. de Humboldt, et c'est de ces différentes positions qu'il est parti successivement pour transporter le temps, au moyen de deux chronomètres. Pendant la longue durée des opérations, la marche des chronomètres a toujours été satisfaisante, circonstance heureuse, due sans doute à l'excellente construction des instruments, au hasard peut-être, mais à laquelle ont certainement contribué les précautions, les soins sans nombre pris dans le voyage.

» Les positions déterminées par M. Codazzi sont donc, pour le plus grand nombre, des positions absolues. Dans une entreprise de ce genre il n'en pouvait être autrement. Dans les steppes, comme dans les forêts de l'Amérique méridionale, le voyageur, pour connaître la position qu'il occupe sur le globe, est réduit à se servir presque exclusivement des méthodes de l'astronomie nautique.

» Les détails des routes, des sentiers principaux, ont été levés, arpentés avec un soin qu'on pourrait taxer de minutieux, si les tracés des itinéraires qui figurent sur la carte de Venezuela, n'étaient destinés à évaluer la distance des districts à la capitale, à l'établissement des étapes, en un mot, si ces itinéraires n'avaient pas été faits dans un but d'utilité administrative.

» Le nombre des observations de latitudes et de longitudes chronométriques, faites par M. Codazzi, est considérable: 1002 points remarquables ont été fixés par cet infatigable observateur. Sur ce nombre, il en est 58 qui ont eu à soutenir la comparaison avec les observations de M. de Humboldt et les résultats inédits de l'un de vos Commissaires; les plus grandes différences sont comprises dans les limites que l'on tolère pour des observations de cette nature, et, dans un bon nombre de cas, l'accord est des plus satisfaisants pour tout le monde.

» M. Codazzi ne s'est pas borné à déterminer des latitudes et des longitudes: muni d'excellents baromètres à niveau constant, construits par Fortin, il a pu réunir 1053 altitudes. Ici encore, l'auteur a eu à comparer la plupart de ces altitudes avec celles obtenues à l'aide de baromètres rapportés à celui de l'Observatoire de Paris: l'accord vraiment surprenant que l'on remarque dans des résultats recueillis à des époques éloignées, par des observateurs et des instruments différents, est une nouvelle preuve de la précision que peuvent atteindre sous les tropiques, les nivellements barométriques. Ce sont ces altitudes multipliées qui donnent à la carte américaine un cachet particulier; elles ont permis à M. Codazzi de se former sur le relief du sol des idées bien arrêtées. Sur une grande partie de

la carte, la direction des chaînes principales, celles de leurs ramifications, sont l'expression des nombreux nivellements exécutés par l'auteur.

» Venezuela est placée à l'extrémité septentrionale de l'Amérique du sud; ses limites politiques lui donnent une figure des plus irrégulières, dont le périmètre est de 566 myriamètres, comprenant sur la mer des Antilles un développement de côtes de 144 myriamètres. La superficie du territoire est de 11094,5 myriamètres carrés, qui se répartissent ainsi :

Cimes des hautes montagnes (*paramos*)....	47,2	myriam. carrés.
Montagnes élevées..........................	2756,9	
Plateaux (*mesas*).........................	471,9	
Plaines (*llanos*).........................	6795,2	
Lacs.......................................	222,8	
Lagunes et marais..........................	68,2	
Terrains exposés aux inondations...........	716,7	
Iles.......................................	15,6	

» Les bornes imposées à vos Commissaires, ne leur permettent pas de suivre l'auteur dans la généralité de ses recherches topographiques. Ils ont d'ailleurs pensé qu'il était convenable, pour ne pas fatiguer l'attention de l'Académie, d'omettre dans la lecture de ce Rapport toutes les discussions qui ne sauraient être suivies sans le secours des cartes, sans l'aide des chiffres, se réservant de les rejeter dans des notes explicatives. De ce nombre sont les aperçus ingénieux, développés avec un rare talent par M. Codazzi, sur les différents systèmes des montagnes, dans la partie de l'Amérique qu'il a étudiée (*) [*A*].

» Un pays accidenté comme l'est Venezuela, une contrée intertropicale qui renferme des montagnes couvertes de neiges éternelles, des plaines immenses où règnent constamment les plus fortes chaleurs de la zone torride, des forêts où il pleut presque toujours, une étendue de côtes considérable, est pour la climatologie un admirable champ d'observations.

» Le colonel Codazzi a exploré ce champ avec sagacité et persévérance, en réunissant un très grand nombre d'observations thermométriques, dont le résumé se trouve dans les tableaux qui font partie du texte de son atlas. Les météorologistes eussent sans doute préféré à ces tableaux, les éléments qui ont servi à les construire. Au reste, ces éléments existent, et il est au pouvoir du Gouvernement d'en ordonner la publication.

(*) *Voyez* les notes *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, page 474 et suivantes.

» L'auteur adopte pour les différents climats de Venezuela, les trois divisions vulgaires : la région chaude, la région tempérée, la région froide [*B*].

» Les limites de température et de hauteur admises par l'auteur, s'accordent avec les limites des régions correspondantes, dans les Andes de la Nouvelle-Grenade et de Quito. Les différences que l'on peut y remarquer sont dues, selon toute vraisemblance, à l'influence que le voisinage de la mer ou la proximité des *llanos* peut exercer sur la température moyenne des stations de la Cordilière. Les observations de M. Codazzi paraissent indiquer, effectivement, qu'à hauteur égale dans les montagnes, la température moyenne n'est pas la même, selon que la station se trouve sur les versants des llanos, ou sur les pentes vers la mer des Antilles; cette température semble plus élevée sur les flancs des montagnes qui regardent les plaines : c'est ce que montre un tableau comparatif qui résume plus de 2000 observations thermométriques.

» Dans la *Sierra Nevada de Merida*, entre 8° et 9° de latitude nord, le colonel Codazzi a rencontré la limite inférieure des neiges perpétuelles, à 4540 mètres. La neige, dans la *Sierra de Merida*, descend donc plus bas qu'on eût pu le supposer d'après la latitude; mais on sait aujourd'hui, par les mesures que les ingénieurs anglais ont exécutées dans l'Inde, et surtout par les beaux travaux de M. Pentland dans les Andes de Bolivia, que la configuration des montagnes, l'épaisseur de leurs massifs, la proximité et l'étendue des plaines qui les avoisinent, influent bien plus sur la hauteur de la limite des neiges, que de légères différences en latitude [*C*].

» Les tableaux contenus dans l'ouvrage de M. Codazzi, font connaître les températures moyennes de toutes les villes et de la plupart des villages de Venezuela, en même temps qu'ils indiquent les températures extrêmes que l'on y éprouve. L'auteur porte à 27°,3 la chaleur moyenne du niveau de la mer sur le littoral; ce nombre est un peu inférieur à celui adopté par M. de Humboldt et par les voyageurs qui sont venus après lui. Au reste, il nous semble que les causes locales exercent encore ici leur influence, puisque sur les côtes intertropicales du continent américain, la température moyenne varie de 26° à 28°.

» Le nombre 27°,5, adopté presque généralement pour exprimer la température moyenne des côtes équatoriales, reste-t-il le même dans l'intérieur du continent? Déjà, en discutant les observations de M. de Humboldt, M. Attinkson a émis l'opinion que, dans l'intérieur des terres, toutes corrections faites quant à la hauteur, la température y est supérieure à celle des côtes. On conçoit, en effet, que sous les tropiques,

le voisinage de la mer, dont les eaux, à cause de courants venant des régions polaires, ont quelquefois une température moins élevée que celle de l'air, peut abaisser le climat des rivages. C'est ainsi, par exemple, qu'on explique comment il se fait que, sur une grande partie du littoral du Pérou, la température moyenne ne dépasse guère 26°.

» L'ensemble des observations de M. Codazzi est de nature à éclairer ce point curieux de météorologie; ses recherches thermométriques faites à la mer, dans les plaines, dans les forêts, dans les rivières, paraissent établir que, près de l'équateur, les steppes, les prairies ont, à latitude égale, une température moyenne plus élevée que celle de la côte, tandis que, pour les régions boisées, marécageuses, cette température est généralement inférieure [*D*]. La cause de ce refroidissement est-elle dans la pluie qui tombe sur ces terrains couverts de forêts, ou bien ces pluies sont-elles la conséquence de l'abaissement de température? C'est là une question délicate, qui ne saurait être discutée dans ce Rapport.

» Ces steppes, ces forêts dont nous venons de rechercher la température, ont été de la part du colonel Codazzi l'objet d'un examen approfondi. Cette étude attentive du sol de Venezuela, l'a conduit à déterminer le nombre, la disposition des bassins hydrographiques, l'origine et l'issue de ces admirables cours d'eau qui sillonnent le territoire.

» La carte hydrographique présentée à l'Académie, montre Venezuela divisée en huit systèmes, ceux de l'Orénoque, du Cuyuni, du Rio-Negro, de Maracaybo, du lac de Valencia, de Paria et des versants à la mer.

» L'ensemble de ces divers systèmes comprend 1047 cours d'eau qui naissent dans l'état de Venezuela; à ce nombre il faut ajouter douze grandes rivières qui descendent des plateaux de la Nouvelle-Grenade.

» Le bassin hydrographique le plus étendu, le plus important, est celui de l'Orénoque; sa superficie est de 9628,3 myriamètres carrés, et l'étendue de cette surface n'a rien qui doive étonner, quand on sait qu'elle comprend une grande partie des llanos de Venezuela.

» Les steppes ou *llanos* appartiennent à ces immenses plaines qui occupent un si grand espace sur le nouveau continent. L'égalité apparente de leur sol, l'horizon sans bornes que l'on y découvre, leur donnent l'aspect de l'Océan. On se formerait néanmoins une idée peu exacte des llanos, si on les considérait comme une plaine ayant partout un même niveau. Les steppes ont des plateaux, très peu élevés à la vérité, mais d'une étendue souvent considérable; ce sont les *mesas* (tables), les *bancos* (bancs). Ces inégalités peu apparentes de la surface du sol méritent particulièrement

d'être étudiées. Suivant M. Codazzi, ces *mesas* jouent un rôle important dans la formation des rivières, dans l'aménagement des eaux. Leur hauteur au-dessus des grandes plaines varie de 100 à 200 mètres. Cet exhaussement, tout faible qu'il est, donne aux plateaux toute leur importance, en en faisant un refuge pour les êtres vivants à l'époque périodique des inondations, en conservant les eaux pour la saison sèche; car dans les llanos, l'homme se trouve successivement en présence de deux inconvénients contraires, l'envahissement des eaux, et la sécheresse du désert.

» La constitution géologique des *mesas* diffère à quelques égards de celle des llanos. Les plateaux sont généralement formés d'un sable disposé en couches horizontales, reposant sur le grès dur et imperméable des plaines; ce sont comme les lambeaux, les restes d'une alluvion qui à une époque ancienne couvrait la totalité du sol. Ces amas de sable, par leur nature poreuse, perméable, s'imbibent d'eau durant la saison pluvieuse, et, quand les rivières rentrent dans leurs lits, quand l'inondation cesse, ces alluvions laissent échapper avec lenteur les eaux qui s'y trouvent accumulées, et, préservées des effets de l'évaporation, ces *mesas* deviennent alors de véritables sources. Ainsi, de la *mesa* de Guanipa il ne sort pas moins de quarante rivières dont les eaux se rendent à l'Orénoque, au *golfe* de Paria, ou directement à la mer.

» Quand on suit avec attention, dit le colonel Codazzi, un faible ruisseau sortant d'un terrain marécageux ombragé de quelques palmiers, on reconnaît que le sol sablonneux sur lequel il coule lui fournit constamment des filets d'une eau argileuse. On s'attendait d'abord à le voir disparaître, soit par l'effet d'une évaporation favorisée par une chaleur de 28 à 32°, soit par l'absorption du sable; il en est tout différemment: le volume des eaux augmente avec rapidité, et cela à tel point, qu'il arrive souvent qu'à 10 à 12 lieues de son origine, un ruisseau devient une rivière navigable.

» C'est peut-être à la nature géologique des *mesas* qu'une grande étendue des llanos doit de ne pas être un désert. Les llanos sont fertiles, on y rencontre des villes, des villages nombreux et peuplés. Leurs habitants sont d'une force et d'une activité surprenantes. Le llanero passe sa vie à dompter les chevaux, à lutter contre les taureaux; il traverse à la nage les fleuves les plus rapides et se plaît à chasser le tigre, à combattre le caïman. Sous un climat ardent, les besoins du llanero sont très limités. Dans la paix, une courroie (*lazo*) et un hamac; dans la guerre, une lance, un cheval toujours. L'expérience l'a prouvé, dans les plaines, ces hommes n'ont à redouter que leurs semblables, et pour quiconque connaît bien l'Amérique du sud,

les llanos avec leurs courageux habitants, forment le rempart le plus solide de l'indépendance nationale.

» Les llanos, malgré les caractères généraux qui leur sont propres, offrent cependant à un œil exercé des différences perceptibles qui influent sur leurs productions et sur la condition de leurs habitants. Ainsi les plaines de l'Apure et de la Guyane ne ressemblent pas absolument aux plaines de Varinas. M. Codazzi s'applique à faire ressortir ces physionomies particulières; ses remarques sont toujours appuyées sur des données précises : il indique l'élévation moyenne du sol au-dessus du niveau de la mer, la direction générale des pentes, il décrit l'état de l'agriculture; il énumère les populations.

» La description de l'Apure est des plus intéressantes : dans ces llanos le terrain présente une grande égalité, on n'y voit pas une pierre; quand un Indien de l'Apure approche pour la première fois des montagnes des Andes, le moindre caillou devient pour lui un objet d'étonnement. Les rivières Apure et Meta, qui sont les limites naturelles de ces llanos, ont des courants si peu prononcés, qu'on est souvent incertain sur leurs directions : le moindre vent d'est, la moindre crue de l'Orénoque, les refoulent aussitôt vers leurs sources. Au milieu d'un océan de verdure, dit M. Codazzi, les groupes de palmiers que l'on découvre çà et là à l'horizon font l'effet de navires à la voile : l'illusion est complète.

» L'inondation des basses plaines de l'Orénoque est toujours la conséquence des grandes crues hivernales; bientôt les savanes se changent en autant de grands lacs; sur plusieurs points, la terre se couvre de 1 à 2 mètres d'eau; les communications deviennent difficiles, et pour aller d'une habitation à une autre, il faut le plus souvent avoir recours à des embarcations. Les llaneros les plus expérimentés sont les seuls qui se hasardent à parcourir à cheval ces terrains inondés; car pour entreprendre une telle traversée, il faut joindre l'habileté du cavalier à la prudence du pilote.

» L'Orénoque, qui reçoit les eaux du bassin dont nous venons de donner une esquisse bien incomplète, a été, comme on le pense bien, le sujet d'études sérieuses de la part du colonel Codazzi. Cet officier a passé, à différentes reprises, trois années sur l'Orénoque; grâce à cette courageuse persévérance, le cours de ce fleuve est connu aujourd'hui jusque dans ses moindres détails, et les importants travaux commencés par M. de Humboldt ont été dignement continués. Ainsi M. Codazzi donne sur les causes des inflexions de cette rivière, sur la pente et le prodigieux volume de ses eaux, sur son delta, des observations qui se lisent avec le plus vif intérêt [*E*].

» Les données approximatives obtenues par cet ingénieur sur la quantité de pluie qui arrose annuellement les différentes régions du bassin de l'Orénoque, sont des plus curieuses. Dans les forêts il tombe $2^m,54$ d'eau; dans les plaines $1^m,81$. En tenant compte de l'étendue et des conditions physiques des surfaces, on trouve $2^m,01$ pour la pluie annuelle moyenne.

» La communication directe de l'Orénoque avec la rivière des Amazones a été, pendant longues années, le sujet des discussions les plus vives de la part des géographes. On se demandait s'il était possible d'aller d'un fleuve à l'autre sans passer par des portages, sans traîner sur terre les canots.

» Déjà, sur une carte de 1599, on trouve indiqué un de ces portages comme établissant une communication entre l'Essequebo, le Caroni et le Rio-Branco. En 1739, Hornman avait traversé en trois journées de marche un *arrastradero* situé entre le Sarauri et le Rupunuri; mais le fait de la communication directe resta incertain, controversé, jusqu'à la découverte inattendue du Cassiquiare, par le père Roman. On sait que ce religieux, dans un voyage entrepris en 1744 pour inspecter les missions du haut Orénoque, fit, à la hauteur du Guaviare, la rencontre d'une pirogue montée par des Européens. Dans les solitudes du Nouveau-Monde, dans ces forêts impénétrables où l'on se tient continuellement en garde contre les animaux féroces qui les habitent, ce que l'homme redoute le plus, ce qui éveille chez lui les craintes les plus vives, c'est l'apparition de son semblable. Justement alarmé, le missionnaire s'empressa d'arborer le signal de paix. Le père Roman avait rencontré des Portugais, qui furent tout étonnés d'apprendre qu'ils naviguaient sur le haut Orénoque. Le chef des missions les accompagna par le Cassiquiare, jusqu'aux établissements du Rio-Negro. La nouvelle de cette singulière rencontre se répandit rapidement, et quelques mois après, La Condamine annonçait la découverte du Cassiquiare, dans une séance publique de l'Académie des Sciences.

» Depuis lors la communication directe des bassins de l'Orénoque et des Amazones ne fit plus l'objet d'un doute. La commission des limites, sous la direction de Solano, commença l'exploration du Cassiquiare et du Rio-Negro. Plus tard M. de Humboldt, durant un voyage des plus pénibles, étudia avec le plus grand soin le phénomène géographique de la bifurcation de l'Orénoque.

» Le colonel Codazzi a navigué sur ces mêmes rivières; ses observations multipliées comblent de la manière la plus heureuse les lacunes laissées par son illustre devancier. Parmi ces anciennes lacunes, nous citerons la position astronomique du fortin de San-Carlos-del-Rio-Negro. Le cours du

Cassiquiare a été relevé, sondé par cet habile officier; il résulte de ses opérations, qu'au point de sa bifurcation, l'Orénoque verse le tiers de ses eaux dans le bras (le Cassiquiare) qui se rend au Rio-Negro. Enfin plusieurs rivières, sur lesquelles M. de Humboldt ne possédait que des renseignements puisés dans les récits des missionnaires, ont été remontées par M. Codazzi : telles sont le Guainia, le Ventuari, l'Inirida, le Guaviare et le Sipapo.

» Le colonel Codazzi est parvenu sur le haut Orénoque jusqu'au *Raudal* des Guaharibos. C'est précisément là, que dans le siècle dernier, le capitaine Francisco de Bovadilla fut attaqué par les Indiens insoumis. M. Codazzi n'a pu aller plus loin : les Guaharibos ont conservé leur indépendance, et avec elle leur méfiance envers les blancs. Il ne faut pas le trouver mauvais: les Indiens qui ont montré plus de confiance, ceux qui se sont soumis, ont disparu, et aujourd'hui encore les Guaharibos sont possesseurs de leur défilé. Pour forcer le raudal, il eût fallu employer la force. Les instructions du colonel Codazzi ne lui prescrivaient pas d'en venir à cette extrémité. Le gouvernement de Venezuela a fait preuve d'humanité, en pensant qu'il fallait mieux laisser une question de géographie indécise que de détruire des Indiens qui, après tout, n'ont pas été consultés sur les divisions politiques que se sont faites les différents états de l'Amérique du sud.

» L'incertitude où l'on est sur ce qu'on appelle vaguement les *sources de l'Orénoque*, existe donc toujours; néanmoins par la hardiesse d'un voyageur anglais, cette incertitude commence à se dissiper. M. Schomburck a pénétré dans le bassin de l'Orénoque par le Rio-Padamo : en combinant les renseignements recueillis par ce voyageur, avec ceux obtenus par M. Codazzi, on est convaincu que le territoire qui reste à explorer pour rencontrer les premiers affluents de l'Orénoque, n'excède pas 23 myriamètres carrés.

» Le colonel Codazzi a rassemblé sur les plantes utiles de Venezuela les renseignements les plus importants, et que l'on doit considérer comme les premiers éléments de l'agriculture comparée. Ces données agricoles sont d'autant plus précieuses, que pour chaque culture l'auteur indique l'époque du semis et de la récolte, le produit moyen par hectare, la température moyenne et la durée du cycle de végétation.

» La science manquait de faits aussi précis; et, pour les plantes dont la culture est commune à l'Europe et à l'Amérique, il sera possible désormais de comparer ce que la terre des tropiques peut produire, sous des con-

63..

ditions aussi favorables de chaleur et de lumière, et dans un sol aussi fécond.

» L'auteur énumère d'abord, en y joignant, quand il le peut, le nom botanique, les végétaux utiles qui se rencontrent à l'état sauvage; il est plusieurs de ces plantes qui étonnent par l'importance et la généralité de leurs applications. Tel est, par exemple, le palmier *moriche* (*Cocus mauritia*), que les missionnaires désignent par le nom expressif de *pain de la vie*. Ce palmier croît depuis le niveau de la mer jusqu'à la hauteur de 700 mètres; ses jeunes pousses servent d'aliments; ses fruits verts présentent une nourriture farineuse: parvenus à l'état de maturité, ils donnent de l'huile en abondance. On fait des hamacs, des toiles avec la partie fibreuse de son écorce; les jeunes feuilles servent à fabriquer des chapeaux, des nattes, des voiles pour les embarcations; un tissu naturel qui enveloppe les fruits procure aux Indiennes un vêtement qui n'exige aucune façon; la sève, riche en principes sucrés, produit une liqueur vineuse; le tronc, avant sa fructification, renferme une moelle amilacée, avec laquelle on fait du pain; cette moelle, en se putréfiant, donne naissance à une multitude de gros vers blancs, que les Indiens caribes recherchent comme un mets des plus délicats; enfin le ligneux du *Mauritia* est un excellent bois de construction.

» Tel est encore le palmier *Chiquichiqui*, si commun dans les forêts du Rio-Negro, qui produit chaque année une espèce de chevelure, avec laquelle les Indiens confectionnent des cordages remarquables par leur solidité et leur élasticité.

» M. Codazzi décrit ensuite les cultures principales de Venezuela, il passe successivement en revue la production du cacao, du maïs, du café, de la canne à sucre, de l'indigo, etc.; la description de la culture du cocotier comme plante huileuse, offre beaucoup d'intérêt [*F*].

» Dans un chapitre particulier, l'auteur expose la production, l'élève du bétail et de la race chevaline; il évalue le produit exportable des grands pâturages.

» Après avoir examiné, avec une attention soutenue, les documents agricoles présentés par M. Codazzi, à titre d'essais, vos Commissaires n'ont qu'un vœu à émettre, c'est que cet officier, à son retour en Amérique, transforme ces essais en un traité spécial, complet, sur l'agriculture des tropiques. L'auteur habite un pays, Valencia, où toutes les cultures équatoriales sont représentées et, ce qui n'est pas moins heureux, où il existe de grands établissements en pleine voie de prospérité. Un tel

livre, écrit par un tel observateur, serait accueilli avec reconnaissance par les agriculteurs déjà nombreux qui portent leurs regards au-delà de la terre qu'ils cultivent; par ceux qui sont convaincus, que l'agriculture américaine peut fournir à l'agriculture de l'Europe des pratiques utiles, des exemples à suivre, comme à une autre époque elle lui a fourni la plante précieuse qui a le plus contribué à ses progrès.

» Des recherches sur la population de Venezuala ont constamment occupé le colonel Codazzi pendant la durée de sa mission. Un recensement, fait avec le plus grand soin, assignerait pour 1839 une population de 945348 habitants, qui se répartissent ainsi par ordre de castes :

Blancs	260 000
Caste mixte	414 151
Esclaves	49 782
Indiens civilisés	155 000
Indiens catéchisés	14 000
Indiens indépendants	52 415

» En comparant ce chiffre avec celui obtenu en 1825, M. Codazzi pense que le nombre actuel peut se doubler en trente-six ans.

» Ce calcul nous paraît reposer sur des données qui embrassent une période beaucoup trop courte, et qui, par cette raison même, ne présentent aucune de ces perturbations qui entravent partout l'accroissement de la race humaine. En prenant une période plus étendue, en se servant, par exemple, du recensement de l'année 1800 tel qu'il a été publié par M. de Humboldt, on trouve que la population n'a éprouvé qu'une très faible augmentation dans les trente-neuf ans qui viennent de s'écouler [*G*]. Toutefois il est juste d'observer que, pendant cette période, Venezuela a été le théâtre des évènements les plus désastreux. Ainsi, l'on compte onze ans de guerre, comprenant huit ans de guerre à mort. Plusieurs épidémies ont ravagé le pays : enfin c'est durant cette même période, en 1812, qu'a eu lieu le tremblement de terre qui a détruit Caracas et les principales villes de Venezuela.

» Pendant ce même espace de temps la population indienne a considérablement diminué. Cependant cette population a peu souffert des calamités qui ont successivement affligé les autres castes. Mais il semble dans la destinée de la race cuivrée de disparaître, de s'éteindre, en présence de la civilisation.

» Les manuscrits de M. Codazzi, examinés par vos Commissaires, con-

tiennent la matière de plus de douze volumes sur la Statistique et la Géographie; l'auteur a réduit à deux volumes l'ouvrage qu'il destine à l'instruction publique de son pays. En lisant un tel ouvrage, on apprendra beaucoup en peu de temps, avantage précieux que ne présentent pas toujours les relations des voyageurs.

» Les travaux du colonel Codazzi, qui ont exigé tant de persévérance, nous paraissent, dans leur ensemble, dignes à tous égards des plus grands encouragements. Vos Commissaires n'hésiteraient pas à vous demander de leur accorder la plus haute marque de votre estime, l'insertion dans les Mémoires des *Savants étrangers*, si une telle demande était possible, en présence de matériaux aussi volumineux, et qui sont d'ailleurs à la veille d'être publiés. A cause de cette impossibilité, mais à cause de cela seulement, ils se bornent à vous proposer de remercier le colonel Codazzi de sa très importante communication. Ils pensent aussi qu'à raison de la protection éclairée que le gouvernement de Venezuela a toujours accordée aux recherches de cet habile officier, il serait juste et utile qu'une copie du présent Rapport fût adressée au congrès de la république de Venezuela, par l'intermédiaire de M. le Ministre des Affaires étrangères. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

Notes du Rapport sur les travaux géographiques et statistiques exécutés dans la république de Venezuela.

[*A*]. D'un groupe des Andes où fument encore les volcans de Pasto et de Purace, rayonnent trois branches de montagnes; deux de ces ramifications suivent une direction à peu près parallèle au N. N. E., et constituent la Cordilière occidentale et centrale de la Nouvelle-Grenade. La Cordilière occidentale sépare le Choco de la vallée du Cauca, comme la branche centrale sépare, sur une certaine longueur, les eaux du Cauca, du Rio-Grande de la Magdalena.

La troisième ramification des Andes de Pasto court suivant une direction à peu près E. N. E., traverse toute la Nouvelle-Grenade, et supporte les grands plateaux de Bogota, de Tunja, de Pamplona. Par 7° de latitude nord, cette ramification atteint les frontières de Venezuela, et continue, avec la même direction, en passant par Merida, Truxillo et Barquisimeto. C'est là que commence la région alpine de Venezuela. La Sierra de Merida, dont la cîme est couverte de neiges perpétuelles, atteint, suivant une mesure trigonométrique, l'altitude de 5479 mètres.

En suivant, sur la grande carte de Venezuela, la Cordilière qui dérive des Andes, on la voit s'infléchir vers Barquisimeto, puis à la montagne de l'*Altar,* changer brusque-

ment sa direction E. N. E. en une direction à l'O., pour aller s'éteindre, en longeant la côte, dans le golfe de Paria. Ce changement de direction est-il dû à une de ces inflexions assez communes dans les chaînes alpines très développées, ou bien le groupe de l'Altar est-il réellement le point d'intersection, le nœud de pénétration des deux systèmes indépendants?

Des considérations géologiques autorisent à admettre une pénétration de deux systèmes différents. En effet, dans le voisinage de l'Altar, les roches arénacées, fortement bouleversées, contournées, repliées sur elles-mêmes, reposent sur un calcaire grenu, en couches presque verticales, et qui se lie aux gneiss calcarifères, aux micaschistes, aux granites qui forment la chaîne du littoral. L'étude de la configuration du terrain conduit le colonel Codazzi à la même conséquence.

Au sud de Caracas, les llanos sont limités par des montagnes parallèles à la chaîne du littoral; et en jetant les yeux sur la carte, il est impossible de ne pas reconnaître l'existence d'une chaîne sous-marine dirigée également de l'E. à l'O, lorsqu'on voit l'alignement surprenant dans les îles les plus rapprochées de la côte, alignement qui commence à la Margarita pour se terminer au lac de Maracaybo. Encore plus au large, on est frappé de nouveau de la direction, toujours parallèle à la côte, que suivent les îles de Bonaire, Curazao, Oruba; puis le cap Chichibacoa qui appartient à la péninsule de Goajira : ce n'est donc pas sans motifs suffisants que M. Codazzi admet que la chaîne côtière de Venezuela est indépendante du rameau des Andes de la Nouvelle-Grenade.

Venezuela possède un troisième système de montagnes qui diffère des précédents, autant par sa position que par sa constitution géologique. C'est le système de la Parime. Placées pour ainsi dire en dehors du monde connu, couvertes de forêts impénétrables, ces montagnes ont été peu étudiées; leur existence ne se révèle que par des pics granitiques isolés, dont le sommet, souvent recouvert d'une abondante végétation, présente, suivant M. de Humboldt, l'image de forêts suspendues sur une forêt. Il est à peu près impossible d'escalader ces masses colossales; aussi, pour obtenir la hauteur des pics principaux, M. Codazzi a-t-il été obligé d'avoir recours à des mesures trigonométriques. Les sommets les plus élevés sont

Le Zarumo......	2341 mètres.
Le Maraguaca....	2508
Le Duida........	2474

Les autres pics se maintiennent dans une altitude qui varie de 627 mètres à 1246 mètres.

Il est vraiment impossible, dit M. Codazzi, de reconnaître une direction prononcée au groupe de la Parime: tout y paraît désordre et confusion. L'idée la plus naturelle, la seule qu'il soit possible de se former aujourd'hui sur la forme de ce système de montagnes, est celle d'un large plateau convexe, s'allongeant sensiblement dans une direction de l'E. à l'O.

[*B*]. La région chaude (*tierra caliente*) commence au niveau de la mer, et se continue jusqu'à une hauteur de 585 mètres; les températures y sont 27°,5 et 25°,5.

La région tempérée (*tierra templada*), dont on a fixé la limite supérieure à 2144 mètres, possède, à cette limite, une température moyenne de 18°.

Enfin, dans la région froide (*tierra fria*), qui atteint 4580 mètres, la chaleur moyenne n'est plus que de 2° à la limite supérieure.

[*C*]. M. Pentland fixe, dans les Andes boliviennes, par 16° de latitude australe, la limite inférieure des neiges perpétuelles à 4900 mètres. C'est une altitude supérieure à celle que l'on observe dans certaines localités beaucoup plus rapprochées de l'équateur.

Voici, en effet, les hauteurs trouvées par le rapporteur de la Commission :

Pic de Tolima...	latitude N. 5°	4686 mètres.
Volcan de Purace.	N. 2°	4669
Antisana	équateur	4871
Cotopaxi	S. 1° $\frac{1}{2}$	4804
Chimboraço.....	S. 1° $\frac{1}{2}$	4868

[*D*]. Les recherches sur la température de la mer des Antilles, dans la proximité des côtes, s'accordent à donner à M. Codazzi 25°,8 pour cette température déterminée à la surface ; le maximum 26°,7 a été observé dans le golfe de Cariaco ; le minimum sur les côtes de Coro et de Maracaybo.

Les températures moyennes de trente-huit localités donnent, pour les steppes de l'intérieur, 28°,55, température supérieure d'environ 1° à celle de la côte. Les observations thermométriques faites dans les eaux des rivières qui arrosent ces steppes, semblent confirmer cet accroissement. Les eaux de l'Orénoque ont, selon l'auteur, une température qui se maintient entre 27°,2 et 29°,4. Les eaux du Caroni sont souvent à 28°. Cependant la température des rivières décroît sensiblement dans le haut Orénoque, dans la proximité des montagnes de la Parime, là où les plaines sont ombragées d'épaisses forêts. Pour en citer un exemple, les eaux du Cassiquiare et du Rio-Negro n'ont plus que 23° à 24°,4. Cette grande différence dans la température des eaux du bas et du haut Orénoque avait déjà été signalée par M. de Humboldt, mais on n'avait pas encore rassemblé sur la température des rivières, des lacs de l'Amérique méridionale, une aussi grande masse d'observations.

[*E*]. La première grande inflexion de l'Orénoque qui, comme on sait, a lieu à peu de distance du point de sa jonction avec le Guaviare, est située, d'après M. Codazzi, par 4° 4′ 50″ N. et 1° 4′ 56″ à l'O. de Caracas. En ce point l'altitude du fleuve est de 228 mètres. Là l'Orénoque a déjà reçu, par plus de quarante rivières, les eaux qui tombent sur une surface de 2533,6 myriamètres carrés. Après avoir franchi les cataractes, dont la chute a été mesurée avec soin par cet officier, l'Orénoque subit sa seconde inflexion par 7° 38′ 55″ et 0° 27′ 25″ O. de Caracas ; l'altitude du fleuve n'est plus alors que de 63 mètres. C'est à cette seconde inflexion que l'Orénoque accomplit son dernier changement de direction ; après avoir décrit autour du groupe de la Parime une ligne demi circulaire, son cours marche directement à l'E. jusqu'à la mer.

La direction contournée de l'Orénoque s'explique par la forme escarpée du plateau

de la Parime, par la pente des grandes savanes du Meta et du Guaviare. Ces plaines se relèvent insensiblement vers les Cordilières, et c'est un fait curieux, peut-être plus général qu'on ne le suppose communément, que cette influence exercée, à une si grande distance, par la direction des montagnes, par des lignes de faîtes aussi éloignées. Dans le cas particulier dont il s'agit, c'est une circonstance géologique d'un haut intérêt et qui suffirait peut-être pour prouver que ces chaînes éloignées des Andes se sont soulevées postérieurement au plateau de la Parime, si des considérations tirées d'un autre ordre de faits n'en fournissaient déjà des preuves suffisantes.

A Angostura, capitale de la Guyane, M. Codazzi a cherché à cuber les eaux de l'Orénoque; en cet endroit le fleuve est encaissé dans un lit resserré, sa largeur n'est plus que de 6688 mètres; un rocher placé naturellement au milieu du courant est pour les riverains un véritable orinocomètre. Dans ce détroit, à l'époque des basses eaux, il passe 822,7 mètres cubes d'eau par seconde. C'est environ huit fois plus que la Seine à Paris, en temps d'étiage. Il est bon d'ajouter qu'à l'Angostura, l'Orénoque n'a pas encore reçu le Rio-Caroni, un de ses principaux affluents.

Après un cours d'environ 222,2 myriamètres, l'Orénoque prend une largeur considérable dans le voisinage de Piacoa. C'est le commencement du delta, qui occupe 123,4 myriamètres carrés, et qui présente un labyrinthe interminable de canaux.

Il n'y a plus rien d'extraordinaire dans la réunion d'une aussi grande masse d'eau, quand on sait que ces eaux proviennent des pluies qui tombent sur un territoire de 8955,6 myriamètres carrés.

[*F*]. Sur les côtes du golfe de Cariaco, la culture du cocotier (*Lodoicea cocus nucifera*) a pris un grand développement; déjà l'exportation de l'huile, qui en est le résultat, est une source importante de richesse publique. Dans un sol convenable, le cocotier fructifie à quatre ans et continue à donner des fruits avec abondance jusqu'à l'âge de trente à quarante ans; les cueillettes se continuent même jusqu'à la soixantième année. Une surface de 1 hectare, contenant 557 cocotiers en plein rapport, fournit 1671 kilog. d'huile. Cette production est bien supérieure à celle des oliviers. En effet, selon un juge bien compétent sur cette matière, M. de Gasparin, dans les pays abrités du Midi, là où les arbres ont résisté aux hivers de 1789, on récolte, par une bonne culture, 918 kilog. d'huile par hectare. C'est là un résultat maximum; car pour les oliviers qui, après avoir succombé aux froids de 1789, ont repoussé et résisté aux hivers postérieurs, le produit en huile n'est plus que de 287 à 597 kilog.

Le tabac est un objet des plus importants pour l'agriculture de Venezuela: la seule province de Varinas en exporte 126 800 kilog., exportation qui représente une valeur de 45 millions de francs. A peu d'élévation au-dessus de la mer, par une température de 27°, la culture du tabac dure quarante à cinquante jours. Dans les montagnes, comme à Bayladores, dans un climat tempéré, la durée de cette culture est d'environ six mois. En moyenne, 1 hectare renferme 13 928 plants qui fournissent 1392 kilog. de tabac propre à l'usage; en France, on porte le produit annuel à 950 kilog. par hectare.

Dans Venezuela on cultive trois variétés de canne à sucre: la canne créole, originaire de l'Inde, et qui est arrivée en Amérique en passant par les Canaries; la canne

d'Othaïti, beaucoup plus productive que la créole; enfin, la canne *violette* (*Caña morada*) qu'on suppose originaire de Java : cette dernière est préférée pour la fabrication du rhum. La température la plus favorable à la canne est de 27° à 25°; le produit en sucre varie d'ailleurs considérablement avec le climat, les conditions physiques du sol et les soins de la culture. M. Codazzi porte le rendement moyen en sucre blanc à 10 pour 100 du poids de la canne. C'est ainsi qu'il estime qu'en Venezuela 1 hectare donne 1855 kilog. de sucre. En France, d'après les résultats d'une enquête parlementaire, on admet que dans les localités où l'industrie sucrière s'est établie, 1 hectare de terrain produit 27518 kilog. de betteraves, donnant par un rendement de $4\frac{1}{2}$ p. 100, 1271 kilog. de sucre brut, qui, dans l'opinion de M. Dumas, équivalent à 1017 kilog. de sucre blanc. Ainsi, à surface égale, le sol des tropiques produit près de deux fois autant de sucre que le sol de la France. Il faut encore ajouter à l'avantage de la culture tropicale, qu'elle produit le combustible nécessaire à l'industrie qu'elle alimente; il est parfaitement établi, dans les grandes sucreries de Venezuela, que la bagasse suffit à la cuite et à la concentration du jus. En France la question du combustible est des plus graves pour l'industrie du sucre indigène, puisque les documents les moins suspects montrent que l'on brûle 5 hectolitres de houille pour produire 100 kilog. de sucre.

Le froment est cultivé dans l'état de Venezuela; mais comme le pain n'y est pas d'une nécessité absolue, la culture des céréales est assez limitée. M. Codazzi confirme l'exactitude d'un fait qui a soulevé quelques doutes, c'est que dans les climats chauds, comme dans les vallées d'Aragua, la culture du blé s'allie à celle du café et de la canne à sucre. Sous l'influence d'une chaleur moyenne de 23° à 24° le froment met environ trois mois pour parvenir à sa maturité. En moyenne et dans les localités favorables, on récolte par hectare 771 kilog. C'est un produit inférieur à celui que l'on obtient dans certaines parties de la France, où il n'est pas rare de voir les bonnes terres à blé donner 1500 kilog. Cette infériorité de produit, à surfaces égales est dû sans nul doute à cette circonstance que, sous les tropiques, le grain se sème beaucoup moins dru qu'en Europe. C'est une nécessité reconnue par la pratique. En semant dru, la végétation des céréales présente d'abord la plus belle apparence, mais le blé monte en herbe, et la récolte de grain devient tout-à-fait insignifiante. C'est pour avoir voulu semer aussi serré qu'on le fait en Europe, que, pendant long-temps, la culture du blé dans les régions chaudes a donné les plus mauvais résultats.

Cette pratique de semer clair dans les régions les plus fertiles des tropiques ne s'applique pas seulement au froment, elle convient également au maïs; l'espacement des arbres à café, à cacao, doit être aussi d'autant plus grand que le sol est doué d'une plus grande fertilité. En rapprochant trop les plantes dans une terre féconde, on arrive toujours à faire naître une végétation herbacée des plus vigoureuses, on fait une forêt, mais on obtient peu de fruits. On dirait que les végétaux exigent d'autant plus de lumière solaire, pour élaborer utilement les principes qu'ils puisent dans le sol, que ce sol contient lui-même plus de sucs nourriciers.

[*G*]. En 1800, la population de Venezuela était de 800 000 âmes comprenant les castes

suivantes :

Blancs...............	200 000	
Castes mixtes..........	406 000	comprenant les Indiens civilisés.
Esclaves.............	62 000	
Indiens catéchisés......	37 000	
Indiens indépendants...	83 000	

MÉMOIRES LUS.

GÉOMÉTRIE. — *Sur le maximum et le minimum des figures, dans le plan, sur la sphère et dans l'espace en général; par* M. **J. Steiner.** (Extrait par l'auteur.)

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, a pour objet l'étude des propriétés de *maximum* ou de *minimum,* relatives aux aires et aux périmètres des figures planes ou sphériques. La méthode que j'emploie diffère de celle qui a été suivie jusqu'ici; l'ordre des propositions est presque inverse, car le théorème concernant le cercle, théorème auquel on ne parvient habituellement qu'à la fin de ce genre de recherches, nous sert de point de départ. Le nombre des propositions a été considérablement augmenté; les démonstrations sont nouvelles, et présentées de telle manière, qu'elles s'appliquent également, et, pour ainsi dire, dans les mêmes termes, aux figures planes et aux figures sphériques.

» Je donne d'abord les deux théorèmes connus concernant le triangle; puis j'en déduis cet autre théorème, également connu, que je désigne sous le nom de théorème principal, savoir, que *dans le plan ou sur la sphère, le cercle a l'aire maxima entre toutes les figures isopérimètres, et le périmètre minimum entre toutes les figures équivalentes.* Tous les théorèmes suivants découlent de celui-là, et, ce qui est remarquable, il existe une liaison particulière entre les figures susceptibles d'un maximum ou d'un minimum, car elles font toutes, en quelque sorte, partie de la figure relative au théorème principal, et les raisonnements qui servent à démontrer celui-ci entraînent aussi les autres théorèmes plus compliqués et beaucoup plus difficiles en apparence.

» Je ne citerai ici que quelques-uns des problèmes que je suis parvenu à résoudre et des théorèmes que j'ai démontrés par cette méthode :

» I. Je donne une démonstration très simple du théorème suivant : *les*

aires des polygones réguliers isopérimètres croissent avec le nombre de leurs côtés. La démonstration reste la même pour les polygones réguliers sphériques, auxquels ce théorème n'avait pas encore été étendu jusqu'ici.

» II. Je donne les conditions à remplir pour obtenir le maximum d'aire d'une figure dont le périmètre est composé des parties suivantes :

» 1°. *D'un nombre quelconque* n *de droites données de longueur ;*

» 2°. *Des côtés indéterminés de* m *angles donnés, dont la somme est plus grande que* $(m-2)\pi$;

» 3°. *De lignes de forme et de longueur arbitraires, dont le nombre est compris entre* 1 *et* $n+m$.

» On suppose, en outre, que le périmètre total soit donné de longueur, et que la figure soit comprise dans chacun des *m* angles donnés. Ce théorème renferme un grand nombre de cas particuliers, que l'on obtient en définissant plus exactement les éléments donnés, en faisant disparaître les angles ou les droites données, etc. Tout ceci s'applique également aux figures sphériques.

» III. *Tendre un fil flexible, de longueur donnée, autour d'un polygone convexe donné, de manière qu'il passe par tous les sommets, et qu'il comprenne une aire maxima.*

» De même, sur la sphère : *Tracer les frontières d'un pays, qui doivent passer par certains points donnés, et dont la longueur est également donnée, de manière à rendre l'espace compris le plus grand possible.*

» IV. *A un polygone donné* P, *inscrire une figure* F, *de périmètre donné et d'aire maxima, sous la condition qu'elle ait avec chacun des côtés du polygone ou un point ou une partie commune.*

» Le même problème est résolu pour le cas où le polygone donné n'est pas rectiligne, mais composé de *m* courbes arbitraires.

» V. Un nombre arbitraire de courbes, ou un polygone curviligne P, étant donné sur une surface quelconque S, inscrivons-lui une figure F, de périmètre donné et d'aire maxima, qui ait, avec chacun des côtés du polygone, ou un point commun ou une partie commune : cette figure aura les propriétés caractéristiques suivantes :

» 1°. *Si l'on construit la surface développable tangente à la surface* S *suivant une des parties du périmètre de la figure* F *qui joignent deux côtés consécutifs de* P, *cette partie deviendra un arc de cercle dans le développement de la surface ;*

» 2°. *Tous les arcs que l'on obtient ainsi seront de même rayon ;*

» 3°. *Enfin les deux lignes qui font partie du périmètre de* F *et qui ren-*

contrent un même côté de P, *ou le rencontreront au même point et sous des angles égaux, ou lui seront tangentes en deux points différents.*

» VI. *Entre tous les polygones inscriptibles à un polygone donné* P, *déterminer celui qui a le périmètre minimum.*

» On y parvient par les considérations suivantes :

» (A). Soit donné un polygone $A_1 A_2 A_3 \ldots A_m = P$ d'un nombre pair $m = 2n$ de côtés. D'un point quelconque a, pris sur le premier côté $A_1 A_2$, faisons partir un rayon de lumière sous un angle arbitraire α; supposons qu'il subisse sur le second côté ou une réflexion ou une réfraction, telle que le rayon réfracté se propage suivant la même droite que le rayon réfléchi, mais en sens contraire; la même chose se reproduira sur le troisième, sur le quatrième côté, et ainsi de suite, jusqu'à ce que le rayon soit enfin rejeté du dernier côté $A_m A_1$ sur un point b du premier côté, avec lequel il formera l'angle β; prenons maintenant ce point b pour point de départ; le rayon sera encore réfléchi ou réfracté au point b lui-même, puis sur tous les autres côtés, et il reviendra une seconde fois sur le côté $A_1 A_2$, qu'il rencontrera dans un point c et sous un angle γ, etc. Alors les lois suivantes ont lieu :

» 1°. *On a toujours*

$$\alpha - \beta = (A_1 + A_3 + \ldots + A_{2n-1}) - (A_2 + A_4 + \ldots + A_{2n}) = u.$$

» 2°. *Si la différence* u *est commensurable avec* π, *le rayon de lumière reviendra, après un certain nombre de circuits, en un point* t *du premier côté, en faisant avec ce côté, un angle* τ *égal à l'angle de départ* α.

» *Si* α *reste constant tandis que le point* a *change de position, la droite* at *reste de même longueur, et le chemin parcouru est constant, pourvu qu'on change le signe de chaque rayon réfracté.*

» 3°. *Soit la somme des angles à indices pairs du polygone* P, *égale à la somme de ses angles à indices impairs ; on aura,*

» 1°. $\alpha = \beta$, *c'est-à-dire que le rayon se retrouve, après un seul circuit, sous le même angle sous lequel il est parti;*

» 2°. *Si le point* a *change de position sans que la grandeur de l'angle* α *varie, le chemin du rayon et la distance des deux points* a *et* b, *restent constants ;*

» 3°. *Quelle que soit la position du point* a, *il y a toujours un angle correspondant* α, *tel que* b *tombe sur* a; *le rayon décrit donc toujours un*

polygone p *du même nombre de côtés et du même périmètre, qui est inscrit au polygone donné* P; *tous ces polygones* p *ont le périmètre minimum;*

» 4°. *Parmi ces polygones se trouve aussi celui* f, *qui est la limite inférieure de la figure* F (IV); *il est parfaitement déterminé, car c'est celui de tous ces polygones* p, *dont l'aire est un maximum, et il jouit, en outre, de la propriété que* LA SOMME DE SES CÔTÉS PAIRS EST ÉGALE A LA SOMME DE SES CÔTÉS IMPAIRS.

» (B). Si le nombre des côtés du polygone donné P est impair, $m=2n+1$; ce cas peut être considéré comme un cas particulier du précédent (A, 3°).

» L'inscription des polygones p se fait d'une manière facile et élégante, au moyen d'une construction qui s'applique également aux deux cas.

» Quant aux figures dans l'espace, les problèmes suivants pourront servir d'exemples.

» VII. 1°. *Étant données la base et la hauteur d'une pyramide quelconque ayant* m *faces outre la base, déterminer la position de son sommet de manière que la somme de ces* m *faces soit un minimum.*

» Ce problème n'était résolu que pour le cas particulier où la base donnée est circonscrite à un cercle.

» En général :

» 2°. *Étant donné dans l'espace un polygone gauche* P, *déterminer la position du sommet d'un angle solide* S, *dont les faces passent par les côtés de* P, *de manière que la somme de ces faces soit un minimum.*

» VIII. *Cubature de l'espace compris entre deux surfaces courbes quelconques parallèles.*

» On en déduit une détermination géométrique de la courbure totale des surfaces courbes, et en particulier une propriété nouvelle de la surface minimum.

» IX. *Trouver la propriété caractéristique du point dont la somme des distances à* m *points donnés dans l'espace, est un minimum.* »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Réponse au Mémoire de* M. Morin *sur le tirage des voitures, lu à l'Académie des Sciences* (séance du 25 janvier 1841); *par* M. DUPUIT.

« Je ne m'arrêterai pas aux nouvelles expériences de M. Morin sur le pavé, et qui tendent à prouver que, sur cette surface, le tirage est en rai-

son inverse du diamètre des roues. J'en suis dispensé par les expériences du premier Mémoire de M. Morin (nos 41, 42, 43, 44, page 16); j'ai fait voir dans le Mémoire présenté à l'Académie, en novembre 1839, qu'en y corrigeant les erreurs de calcul, on y trouve un résultat tout-à-fait différent. Je laisserai donc à M. Morin le soin de mettre d'accord ses expériences de 1838 avec celles de 1841.

» Quant à l'objection que j'avais puisée contre le principe des diamètres de M. Morin, dans la traction des camions, elle subsiste tout entière. Ce service emploie en effet des roues quatre fois plus petites que celles des charrettes ordinaires; les chevaux, suivant M. Morin, y ont donc un tirage quadruple. Or on sait que sur les rampes de $0^m,06$ par mètre, où le tirage devient triple de ce qu'il est sur le plan horizontal, le roulage prend des chevaux de renfort, et que quand les rampes atteignent $0^m,09$, et le tirage, par conséquent, le quadruple, le roulage ne monte qu'avec la plus grande difficulté; si la rampe est un peu longue, mille mètres seulement; les chevaux ne peuvent plus monter d'une haleine, ils sont obligés de s'arrêter de temps en temps. Or je dis qu'il est impossible d'imposer ce tirage à un seul cheval, même de choix, comme tirage permanent, car ce cheval aura encore à surmonter l'excès de tirage qui lui est imposé à chaque instant par les pentes de la route qu'il a à parcourir. Il est clair en effet que si vous lui demandez sur le plan horizontal tout l'effort qu'il peut donner, il s'arrêtera à la moindre rampe. Je persiste donc à soutenir qu'un cheval qui monte un camion dans la rue Saint-Jacques à Paris, démontre suffisamment que la loi des diamètres de M. Morin est inexacte.

» J'arrive maintenant au point capital du nouveau Mémoire de M. Morin, aux expériences dans le genre de celles de Coulomb, c'est-à-dire avec des cylindres roulant à l'aide de poids suspendus à des ficelles flexibles.

» Dans mon Essai sur le tirage des voitures, dans un supplément à mon Mémoire, j'ai déjà eu l'occasion de signaler les inconvénients et les inexactitudes de ce système d'expérimentation : je crois devoir les rappeler en peu de mots.

» On doit remarquer d'abord que dans ces expériences le rouleau ne roule pas seulement sur le plan, mais sur la ficelle qui enveloppe la demi-circonférence. La déformation du plan et du rouleau, c'est, comme M. Coriolis l'a fait voir, le travail perdu dans le roulement, c'est la résistance à déterminer dans ces expériences; la déformation de la ficelle et du rouleau dans leur contact donne lieu à une seconde résistance, en rapprochant le poids moteur du centre du rouleau et lui faisant perdre ainsi de son bras

de levier. Voilà donc dans ces expériences deux résistances distinctes; cependant on croit pouvoir négliger complétement le frottement de roulement du rouleau sur la ficelle, corps mou et non élastique, par rapport au frottement du rouleau sur le bois, corps dur et élastique. Une pareille omission ne pourrait être autorisée que par des expériences rigoureuses et précises, et personne n'en a fait jusqu'à présent.

» Un inconvénient non moins grave du système, c'est de dépendre uniquement de l'observation des variations de la vitesse du rouleau. Or les masses en mouvement étant très considérables, par rapport au poids moteur qui en est à peine la centième partie, il en résulte qu'une erreur, même grossière, sur ce dernier poids, qui exprime la résistance, ne produit qu'une différence inappréciable dans la vitesse. M. Morin a même augmenté cet inconvénient en employant des cylindres très pesants, qui ajoutent considérablement au moment d'inertie du système. Ce sont des volants qui régularisent une vitesse dont il s'agit cependant d'étudier les variations.

» Il est évident que dans de pareilles conditions d'expériences, qu'avec de telles imperfections, comme les appelle M. Morin, on peut obtenir à volonté tous les résultats; aussi ceux qu'on présente aujourd'hui n'ont nullement ébranlé mes convictions. Cependant je dois convenir que quand même je n'aurais eu aucune objection à faire au système d'expérimentation, que quand même il eût été employé par l'expérimentateur jusque alors le plus habile et le plus exact, il m'eût encore été impossible de les admettre. Il est des choses, en effet, qu'il n'est pas permis à des expériences de prouver sous peine d'être rejetées immédiatement et sans examen. Or les expériences de M. Morin sont dans ce cas. Je cite :

« Ces expériences ont prouvé d'une manière incontestable que la résis-
» tance au roulement croît à mesure que la largeur du contact diminue.
» Ainsi les expériences sur le rouleau de bois de chêne roulant sur du bois
» de peuplier ayant été exécutées sur des pièces de bois dont la largeur a
» été successivement de 0,10 de 0,05 et 0,025, la résistance fut graduelle-
» ment et continuellement accrue de manière à devenir double à la largeur
» de 0,025 de ce qu'elle était à celle de 0,10; il ne peut donc rester aucun
» doute à ce sujet, et par conséquent une théorie qui conduit à conclure
» que la résistance au roulement est indépendante de la largeur des sur-
» faces de contact se trouve, sous le second rapport, en désaccord complet
» avec l'expérience. »

» Ajoutons que tout le monde, y compris M. Morin, admet que le tirage

est proportionnel à la pression, et, si cela n'était pas, il serait inutile de pousser plus loin l'examen de ses expériences basées sur ce principe.

» Ce que M. Morin appelle une théorie n'est qu'un raisonnement bien simple et que nous demanderons la permission de répéter, puisque nous n'avons pas été assez heureux pour nous faire comprendre, ni dans notre Essai, page 27, ni dans le Mémoire maintenant soumis à l'Académie des Sciences, où nous avons donné diverses démonstrations de la relation qui existe entre les propriétés de la pression et celles du contact.

» Si la largeur du contact diminuait le coefficient du frottement de roulement, cela ne pourrait tenir évidemment qu'à la diminution de pression relative sur chaque point. Or si la pression absolue qui, comme le contact, mais en sens inverse, augmente ou diminue la pression relative; si, dis-je, cette pression n'a aucune influence sur le coefficient de la résistance, le contact ne peut en avoir non plus. Doubler la pression ou diminuer de moitié le contact, c'est toujours doubler la pression relative. Or la première opération ferait changer le coefficient de la résistance, tandis que la seconde le modifierait! L'incompatibilité des deux principes est donc évidente, et toute expérience qui les admettra conduira à des résultats contradictoires ou impossibles. Faisons-en une application à celles que M. Morin vient de citer.

» D'après ces expériences, la résistance d'un cylindre de 0,10 de longueur étant représentée par fP, celle d'un cylindre de 0,025 et de même poids sera $2fP$. Or on peut supposer le cylindre de 0,10 comme composé de quatre cylindres de 0,025 du poids de $\frac{1}{4}P$. Puisque la résistance, par hypothèse, est toujours proportionnelle à la pression, celle de chacun de ces cylindres sera $2f \times \frac{1}{4}P = \frac{1}{2}fP$, et par conséquent celle des 4 ou du cylindre entier $2fP$. Or, d'après l'expérience, elle n'est que fP, résultats contradictoires.

» Considérons maintenant les deux systèmes suivants :

» 1°. Le cylindre entier, poids P, résistance fP;

» 2°. Les deux cylindres de 0,025 du poids $\frac{1}{4}P$, qui seraient formés par l'enlèvement du cylindre intermédiaire $a'b'c'd'$. Ces deux systèmes auraient la même résistance (elle serait fP pour le grand cylindre, $2f\frac{1}{4}P + 2f\frac{1}{4}P = fP$ pour les deux petits); cela revient à dire qu'étant donné un cylindre de 0,10 de longueur et du poids de 200^k, on peut enlever au milieu une zone de 0,05 de longueur, pesant 100^k, et que les deux petits cylindres restant et ne pesant plus aussi que 100^k, auront le même tirage que le cylindre dont ils faisaient partie. Je dirai plus, c'est qu'en

adoptant les chiffres de M. Morin, on arrive à un tirage plus considérable. En effet on a :

Pour le cylindre entier........................ 0,00876 P,

Pour les deux cylindres extrêmes.. $0{,}001895\,\frac{P}{2} = 0{,}00947\,P$.

» Ainsi la résistance d'une partie du cylindre est plus grande que celle du tout : résultat impossible.

» On pourrait varier à l'infini ces combinaisons, et l'on en ferait sortir des résultats aussi bizarres; mais nous croyons en avoir assez dit sur ce sujet. Nous n'ajouterons plus qu'un mot d'explication sur ce que M. Morin appelle ma théorie. A la manière dont il l'oppose à ses expériences, je crains qu'on ne finisse par croire que j'ai bâti une espèce de système sur des hypothèses tout-à-fait imaginaires et en dehors de toute expérience.

» Avant M. Morin (voir le Rapport de l'Académie sur les premières expériences de M. Morin), j'ai fait des expériences plus nombreuses que les siennes, et je crois plus exactes. Ces expériences ont été attaquées, je les ai défendues par de nouvelles expériences et par le calcul. J'ai fait voir qu'il existait entre les propriétés du tirage une relation nécessaire, indépendante de toute hypothèse, à laquelle les expériences devaient nécessairement satisfaire. Cette relation, qui est exprimée par

$$T = \frac{P}{\sqrt{2R}}\, F\left(\frac{P}{L\sqrt{2R}}\right)$$

(T représentant le tirage, P la pression, R le rayon, L la largeur du contact), résulte uniquement de calculs et de considérations géométriques. Or, sur ce terrain, je ne conçois pas la discussion, surtout devant les juges que nous avons, M. Morin et moi : ou je me suis trompé dans les calculs, et alors il suffit de signaler l'erreur pour en détruire les résultats; ou je ne me suis pas trompé, et alors je demanderai ce que peuvent prouver des expériences en contradiction avec les calculs, sinon l'inexactitude de celui qui les a faites.

» En résumé, dans l'état où j'ai amené, par des expériences d'abord et par le calcul ensuite, la question des propriétés du frottement de roulement, je crois qu'il n'y a plus rien à demander à l'expérience, et c'est pour cela que j'attends avec confiance le jugement de l'Académie, sans mettre sous ses yeux de nouveaux faits qui ne pourraient être que d'inutiles répétitions. »

ORGANOGRAPHIE VÉGÉTALE. — *Études phytologiques.* — Second Mémoire; *par* M. DE TRISTAN. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Dans mon premier Mémoire, j'ai reconnu dans les plantes trois tissus de natures originairement différentes, que j'ai désignés par les noms d'aphrostase, d'hegémon et de proxyle. J'ai de plus reconnu que l'épanchement du cambium du proxyle sur un des autres tissus produit une sorte de quatrième tissu à caractères mixtes, que j'ai nommé adélôme. Dans mon second Mémoire je m'occupe d'abord de rechercher s'il n'y a pas dans les tiges quelque autre nature de tissu. En effet, je laissais de côté les couches superficielles de certaines tiges dont j'avais parlé; on pourrait supposer qu'il s'y trouve des productions d'une nature particulière.

» C'est de ces couches extérieures seulement, et non de l'écorce proprement dite dont presque toute la masse a été étudiée dans mon premier Mémoire, que je m'occupe dans celui-ci. J'y fais voir que parmi ces couches superficielles, il s'en trouve ordinairement une fort remarquable qui est posée sur la grande couche aphrostasienne de l'écorce; je l'appelle le derme. Par-dessus est une autre couche, souvent très mince, à laquelle j'applique le nom d'épiderme, nom dont l'acception a si souvent varié. La formation de ces deux couches est postérieure à celle des principales masses de la tige. Le derme, examiné avec soin, paraît être de la nature de l'hegémon, du moins dans son origine : presque toujours il se change rapidement en adélôme. L'épiderme est un aphrostase; ainsi je m'en tiens aux quatre espèces de tissu indiquées dans mon premier Mémoire.

» Je passe ensuite à l'examen plus détaillé de ces tissus, et surtout de leur position : j'indique rapidement les principales positions de l'aphrostase, qui, sans compter l'épiderme, sont au nombre de trois, répondant à ce qu'on appelle vulgairement la moelle, le parenchyme et les prolongements médullaires. Déjà, dans le premier Mémoire, j'ai employé le mot isthme pour désigner ceux-ci. J'explique pourquoi je suis obligé de changer aussi la désignation des deux autres positions, pour lesquelles j'emploie les expressions aphrostase interne et aphrostase épicaule, sans rejeter néanmoins les termes moelle et parenchyme, qui peuvent être employés pour indiquer l'état momentané et variable de ces tissus.

» L'hegémon présente une disposition bien plus compliquée et des combinaisons bien plus nombreuses. En laissant de côté le derme, dont les

variations sont moins importantes, et ne portant mon attention que sur le grand système hegémier de l'intérieur de la tige, je rapporte à trois types principaux les modifications que j'ai observées : je présume qu'il y a d'autres types. Dans deux de ces types l'hegémon est disposé par faisceaux connus sous le nom de faisceaux vasculaires; dans le troisième il forme une couche tubulée continue. Les faisceaux du premier type sont formés d'un premier groupe d'hegémon, appelé groupe générateur ; lui seul contient les trachées. Le long de son côté extérieur se développent un ou plusieurs groupes rangés les uns derrière les autres, et le générateur paraît les influencer : ils forment ensemble ce que j'appelle un faisceau monodyname. Dans le deuxième type il y a de même un groupe générateur; mais les groupes qui s'y joignent se posent les uns le long de son côté interne, les autres le long de son côté externe. Les faisceaux ainsi conformés sont appelés didynames. Dans le troisième type il n'y a point de faisceaux séparés, mais l'hegémon forme une couche continue tubulée. Dans les tiges la disposition par couche étant commune, il a fallu un nom spécial pour désigner celle qui caractérise ce type; je la nomme zoma. Il arrive quelquefois que le zoma est composé de deux couches : souvent il se combine avec des faisceaux, particulièrement avec ceux du second type. Alors il en résulte des organisations très compliquées. On en a un bel exemple dans le *Ligusticum levisticum*. L'hegémon du zoma diffère ordinairement un peu de celui des faisceaux; aussi on le reconnaît dans certains cas rares où il se fractionne, quoique son caractère habituel soit de former une couche continue. Dans l'artichaut, non-seulement il est fractionné; mais encore il n'y en a que des vestiges, qui sont combinés dans les faisceaux : ces faisceaux, qui sont didynames et très compliqués, présentent un phénomène quelquefois remarquable : il arrive que quelques-uns d'eux semblent avoir fait une demi-révolution sur leur axe; et dans cet état chacun d'eux s'unit à un autre faisceau. Il faut considérer que dans cette plante les faisceaux sont sur plusieurs rangs irréguliers. Or si un faisceau se retourne par un demi-tour sur son axe, il porte en dehors celui de ses groupes qui aurait dû être en dedans : c'est ce groupe qui s'unit au groupe interne d'un faisceau situé plus en dehors. Ou bien, comme aussi par cette demi-révolution le faisceau porte en dedans le groupe qui aurait dû être en dehors, il arrive d'autres fois que ce groupe se rattache au groupe externe d'un faisceau situé plus en dedans. Ainsi donc les groupes analogues s'attirent et se réunissent. Il est difficile de ne pas voir en cela le phéno-

mène électro-magnétique dans lequel des conducteurs mobiles et parallèles s'attirent s'ils sont parcourus dans le même sens par le même fluide, ou se repoussent s'ils sont parcourus en sens contraires. Ce fait fournira peut-être des indications précieuses sur les fonctions des différents groupes des faisceaux hegémiens dans la végétation de la plante.

» Je cherche enfin à réunir quelques traits caractéristiques des différents tissus; je ne puis encore indiquer ces caractères que vaguement, et je reconnais qu'ils doivent être étudiés sur un plus grand nombre de plantes; mais, en attendant, l'aspect et la position suffisent presque toujours pour les faire facilement distinguer, quoiqu'il soit difficile de les caractériser nettement. »

PHYSIQUE. — *Mémoire sur les pressions qui ont lieu dans l'intérieur d'un vase d'où l'eau s'écoule par des ajutages cylindriques ou coniques, pour faire suite à un précédent travail relatif au cas de l'écoulement par des orifices en mince paroi; par* M. **Lechevalier**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Poncelet, Coriolis, Piobert.)

« . . . . . Voici l'ensemble des faits observés.

» Lorsque l'écoulement a lieu par un orifice circulaire de 8 millimètres de diamètre, percé en mince paroi, horizontal et sous la charge de 360 millimètres d'eau, il existe une surface de révolution autour de l'axe vertical de l'orifice, dans l'intérieur de laquelle les pressions sont inférieures aux pressions statiques, et au dehors de laquelle elles leur sont égales. Cette surface a un diamètre horizontal égal à 19 millimètres, et un axe vertical égal à 7 millimètres. Quand on passe de l'orifice en mince paroi à un ajutage cylindrique vertical de même diamètre et de 20 millimètres de longueur, la surface de révolution qui sépare les pressions statiques des pressions diminuées augmente d'étendue surtout dans sa partie supérieure.

» Son diamètre horizontal acquiert 21 millimètres de longueur, et son axe vertical 11 millimètres. Enfin si l'ajutage devient conique, de 8 millimètres de diamètre à sa base supérieure, de 10 millimètres de diamètre à sa base inférieure, de 20 millimètres de longueur, la surface de révolution qui sépare les pressions statiques des pressions diminuées augmente encore; son diamètre horizontal atteint 23 millimètres, et son axe vertical 12 millimètres.

» Si, dans la masse limitée par ces surfaces de révolution, on fait des-

cendre un manomètre à tranche horizontale, on voit les pressions décroître rapidement à mesure qu'on approche du plan de l'orifice. Ce n'est point dans la verticale du centre de l'orifice que leur décroissement est le plus rapide, mais dans une verticale passant à 3 millimètres environ de ce centre. Là, les pressions deviennent nulles un peu au-dessus du plan de l'orifice, puis négatives. Sur ce plan elles sont de —18 millimètres dans le cas de l'orifice en mince paroi, de — 345 millimètres dans le cas de l'ajutage cylindrique et de —635 millimètres dans le cas de l'ajutage conique. Ainsi ces pressions négatives sont presque égales à la charge d'eau pour l'ajutage cylindrique, et presque doubles pour l'ajutage conique.

» Si au lieu de promener dans le liquide des manomètres à tranche horizontale, on y promène des manomètres à tranche verticale, on est conduit à des résultats analogues aux précédents et qui se trouvent exposés en détail dans mon Mémoire.

» L'auteur n'expose ici que le commencement d'un travail qu'il se propose de développer et de retoucher dans quelques-unes de ses parties. C'est alors qu'il pourra exposer sans imprudence les lois des phénomènes qu'il serait prématuré de déduire de ces premières recherches.

» Ces variations de la pression statique peuvent servir à expliquer, comme le faisait remarquer naguère M. Arago, un des phénomènes que présentent les puits artésiens. On sait en effet que tous les puits artésiens qui prennent l'eau à une même nappe, ne l'élèvent pas au même niveau; que les uns percés au fond d'une vallée ne donnent point d'eau, tandis que d'autres placés sur le penchant d'une colline en fournissent avec abondance. Cela ne tiendrait-il pas à ce que près des premiers l'eau se perd dans une cavité souterraine, dans le lit d'une rivière? S'il en était ainsi, l'observation du niveau de l'eau dans les divers puits qui s'alimentent à la même nappe pourrait servir à connaître les points où cette nappe s'écoule dans des cavités souterraines, dans les fleuves ou dans la mer. »

MÉCANIQUE. — La Commission des rondelles fusibles rendra compte du Mémoire détaillé que MM. SCHNEIDER, du Creusot, ont présenté, sur l'explosion du bateau à vapeur *le Citis*.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Note sur une modification apportée aux procédés pour l'épuration du gaz d'éclairage obtenu de la houille; par* M. **Mallet**.

(Commissaires, MM. Dumas, Pelouze, Boussingault.)

L'auteur annonce qu'il a été conduit à cette modification des procédés employés jusqu'ici, par suite des recherches qu'il faisait en 1839 sur la manière la plus avantageuse d'utiliser les eaux ammoniacales qui se condensent en même temps que le goudron dans les tuyaux par lesquels le gaz est conduit aux épurateurs. « Dès le 30 mars 1840, j'avais, dit-il, adressé à l'Académie, afin de prendre date, un paquet cacheté qui fut enregistré sous le n° 164, et qui contient une Note où se trouve la base de mon procédé. On verra que dès cette époque j'avais constaté la présence de l'ammoniaque dans le gaz, et que j'indiquais un moyen de l'absorber qui est le même que celui que je propose aujourd'hui. D'ailleurs j'émettais dans la même Note quelques conjectures auxquelles des expériences directes m'ont depuis obligé à renoncer. »

NAVIGATION. — *Procédé pour empêcher les ancres de chasser; par* M. **de Chavagneux**.

(Commissaires, MM. Beautemps-Beaupré, Roussin.)

CHIRURGIE. — *Note sur l'extirpation de la glande sous-maxillaire; par* M. **Colson**, de Noyon.

(Commissaires, MM. Larrey, Breschet.)

M. **Beuvière** adresse un Mémoire sur une *nouvelle méthode de triangulation* applicable, dit-il, aux opérations d'un ordre inférieur, comme sont les triangulations du cadastre.

(Commissaires, MM. Mathieu, Puissant.)

MM. **Duclos** et **Victor Fabien** prient l'Académie de vouloir bien charger une Commission de l'examen d'un nouveau système de *chemins de fer* et de *locomotives* dont les combinaisons mettraient, suivant eux, à l'abri de la plupart des inconvénients qu'on avait signalés dans les divers systèmes jusqu'ici proposés.

(Commissaires, MM. Arago, Puissant, Piobert.)

M. **Valson** adresse une Note sur un nouveau système de *bateaux sous-marins*.

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE. — *Lettre de* M. Talbot *à* M. Biot, *relative à des dessins opérés par les radiations, sur des papiers impressionnables.*

« J'ai l'honneur de vous envoyer un portrait de jeune homme exécuté par ma nouvelle méthode, dans l'espace d'une minute exactement. Le fond du tableau représente de la vieille architecture couverte de lierre, qui se trouve à ma maison de campagne.

» Je vous enverrai, par le moyen de la Société royale, des échantillons plus nombreux ; mais en attendant, j'ai cru que celui-ci pourrait intéresser quelques-uns de vos collègues. »

M. Biot ajoute à cette lettre les détails suivants :

« Le portrait envoyé par M. Talbot offre un caractère frappant d'individualité. Le feuillage vert foncé du lierre d'Irlande, placé en arrière, ne s'est pas sensiblement reproduit, ce qui paraît tenir à cette propriété générale des substances de couleur verte, d'émettre peu de rayons chimiques efficaces sur les matières impressionnables que nous connaissons ; et ce pourrait bien être en partie pour cela que la vision des corps verts fatigue moins l'œil que celle des corps de toute autre teinte. Pour bien apprécier l'utilité dont pourra être le procédé de M. Talbot, il faut d'avance lui appliquer, par la pensée, les perfectionnements qu'il recevra d'une détermination des courbures spécialement appropriée à la réfrangibilité des radiations qui impressionnent le papier employé ; et si la grosseur du grain du papier s'oppose invinciblement à ce qu'on puisse y produire des traits aussi nets que sur les plaques métalliques polies, ce dernier inconvénient du dessin ainsi obtenu serait le seul qui lui restât, et qu'il partagerait avec les gravures ordinaires. »

A la suite de cette communication, M. Biot présente le portrait qui lui a été envoyé par M. Talbot; et tous les membres de l'Académie, successivement, l'examinent avec beaucoup d'intérêt.

SCIENCE DES CONSTRUCTIONS. — *Sur l'emploi des chaux grasses et des chaux hydrauliques dans les travaux de fortifications.* — Lettre de M. Vicat.

« La lettre que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie le 15 février dernier, a soulevé une question de technique de la plus haute importance, sur le système de maçonnerie à employer aux fortifications de Paris.

» En ne considérant ces fortifications que sous le rapport de la résistance qu'elles doivent opposer aux effets de l'artillerie, M. Poncelet a cru pouvoir conclure de diverses expériences, que la qualité du mortier n'ajoute aucune propriété défensive essentielle aux revêtements des places fortes. Sous un autre point de vue, l'honorable académicien a cherché à établir que la qualité de ce même mortier n'influe que très peu sur la résistance des revêtements à la poussée des terres. La conséquence logique de ces assertions serait: qu'il n'y a aucune nécessité d'employer de la chaux hydraulique aux travaux des fortifications en général, car l'exception admise pour le crépissage et le rejointoiement des parements est un palliatif si minime, qu'on peut le compter à peu près pour zéro.

» Ainsi, l'opinion de M. Poncelet, réduite à sa plus simple expression, est, qu'en matière de fortifications, il n'y a rien à changer au système de maçonnerie pratiqué par nos devanciers.

» En présence de cette opinion, et surtout de l'autorité que lui prête le nom de M. Poncelet, ma cause serait devenue peut-être difficile à défendre, sans l'appui que vient lui donner l'autorité également compétente, également respectable, de l'une des notabilités du corps royal du Génie; je veux parler de feu le général Treussart. Voici, en effet, comment s'exprime cet habile expérimentateur, dans le Mémoire qu'il a publié, en 1829, sur les mortiers hydrauliques; je cite textuellement :

« Si la solidité est la première condition des constructions en général,
» elle est encore, plus particulièrement, la qualité essentielle des cons-
» tructions militaires; il faut convenir, néanmoins, que cette condition a
» été trop souvent négligée. La plupart des ouvrages érigés par Vauban
» ont maintenant besoin d'une *restauration complète,* et parmi ceux qui
» ont été exécutés depuis, plusieurs exigent déjà de grandes réparations;
» enfin, des *sommes considérables* sont absorbées tous les ans par l'entre-
» tien de nos forteresses, tandis que cette dépense serait presque nulle, si
» les ingénieurs eussent mieux connu les véritables causes de la solidité...
» Dans les édifices publics construits en grosses pierres de taille, la
» solidité dépend moins de la qualité du mortier que de l'observation des
» conditions d'équilibre et de la bonne qualité des pierres, qui doivent
» être en état de résister à l'intempérie des saisons....................
» Mais lorsque les maçonneries sont composées de *petits matériaux,* ainsi
» que cela a lieu le plus souvent, alors une autre condition indispensable
» à la solidité, est la bonne qualité des mortiers. » (Préface de l'ouvrage cité.)

» Après avoir proclamé l'insuffisance des anciennes maçonneries militaires, et indiqué la vraie cause du mal, l'auteur annonce qu'il a traité, dans la seconde partie de son ouvrage, des mortiers destinés aux maçonneries exposées à l'air. Or voici les conclusions de ce dernier chapitre (page 215 du Mémoire). Je cite textuellement :

« Nous sommes dans l'habitude de composer nos mortiers de chaux » grasse et de sable; les expériences ci-dessus font voir que c'est *un grand* » *tort;* aussi nos maçonneries ont-elles peu de durée. On n'obtiendra de » maçonneries durables *à l'air,* que lorsqu'elles seront faites avec du » *mortier hydraulique.* Dans les pays où l'on trouve de la bonne chaux » hydraulique, *on ne doit point en employer d'autre, pour quelque usage* » *que ce soit.* Pour les maçonneries ordinaires, le mortier doit être fait » avec *cette chaux et du sable seulement*............ Pour les pays où » l'on ne trouve ni chaux hydraulique ni arènes (pouzzolanes argileuses), » il faut se déterminer à augmenter un peu la dépense, et faire le mortier » avec de la chaux grasse, du *sable* et du *ciment hydraulique* (pouzzo-» lane).............. Lors même que cette dépense devrait être plus » considérable, il serait certainement plus économique de la faire de suite, » pour obtenir des maçonneries d'une longue durée, que d'y mettre un » peu moins de frais, et d'être obligé de les refaire un siècle ou deux » après, etc. »

» Voilà une profession de foi et des préceptes bien clairs, bien explicites; on voit que l'auteur ne se préoccupe pas le moins du monde de la résistance des murailles à une batterie de brèche; sa sollicitude porte uniquement sur leur durée, en tant qu'exposées aux intempéries et aux autres causes actives et incessantes de destruction.

» Il m'est impossible de ne pas faire remarquer, en passant, l'exacte coïncidence des conclusions du général Treussart avec celles que je publiais, onze ans auparavant, sur l'insuffisance absolue des mortiers à chaux grasse et sable ordinaire.

» En somme, il résulte des passages cités, qu'il y a divergence complète d'opinions entre des ingénieurs militaires du premier mérite, et cela sur un des points les plus importants de l'art de bâtir. Je ne dirai pas avec le poëte : « *Non licet inter vos* », ce serait me déclarer neutre dans une question qui ne peut plus être l'objet d'un doute aux yeux des hommes vraiment spéciaux. Les exemples de mortiers antiques invoqués par M. Héricart de Thury ne prouvent évidemment rien en faveur des chaux grasses, car chacun sait, aujourd'hui, que la grande dureté de ces mortiers est l'ou-

vrage de plusieurs siècles. Aucun maçon n'ignore qu'après cent ans, les mortiers à chaux grasse sont encore frais dans les fondations et au centre des gros massifs, et ce n'est très probablement pas dans la prévision qu'elles pourront avoir quelque valeur dans cinq ou six siècles, que l'on va ériger des maçonneries destinées dès à présent à lutter contre les effets destructeurs des intempéries.

» On conçoit que des exigences impérieuses puissent, dans certaines circonstances, imposer des nécessités; mais ces nécessités elles-mêmes n'imposent qu'une seule condition, celle de déroger matériellement aux règles de la bonne construction sans les attaquer. Que l'on fasse un pas rétrograde dans l'application des principes, s'il y a urgence, soit; mais que pour justifier une déplorable nécessité (si nécessité il y a), on veuille méconnaître les principes eux-mêmes, c'est contre quoi je ne cesserai de protester, et dans l'intérêt de l'art, comme ingénieur, et dans l'intérêt des travaux publics, comme citoyen.

» Peut-être examinerai-je, dans une prochaine lettre, si l'économie qui doit résulter de l'emploi de la chaux grasse est assez importante pour motiver une décision qui va léguer à nos successeurs d'énormes frais d'entretien, à moins toutefois que l'Académie ne juge qu'une discussion de cette nature est tout-à-fait en dehors du domaine scientifique, dans lequel cas je m'abstiendrai. »

Observations relatives à la nouvelle lettre de M. Vicat; *par* M. **Poncelet**.

« Dans une première lettre insérée au *Compte rendu* de la séance du 15 février dernier, M. Vicat, après avoir réclamé contre quelques passages du rapport de M. Héricart de Thury, sur la confection des mortiers en chaux grasse, de M. Deny de Curis, avait terminé par quelques considérations relatives à la nécessité d'employer exclusivement les chaux hydrauliques à la construction des revêtements de la place de Paris. Suivant M. Vicat, les chaux dont il s'agit auraient la propriété d'augmenter considérablement la résistance des maçonneries aux coups des projectiles, et, pour y faire brèche, il deviendrait nécessaire de lancer contre elles autant de boulets qu'elles renfermeraient de pierres. Évidemment, M. Vicat n'avançait de telles assertions que faute d'y avoir suffisamment réfléchi et de connaître les effets des projectiles et les procédés dont on se sert pour abattre les escarpes des forteresses quand on est une fois parvenu à couronner la crête des chemins couverts. En ma qualité de membre de la

Commission dont le rapport était attaqué, j'avais le droit de protester contre l'exagération du rôle attribué, par M. Vicat, aux chaux hydrauliques, dans le système de défense des places de guerre, et j'avais cité à dessein le résultat d'expériences authentiques faites sur un rempart de la citadelle de Metz, bâti, il faut bien le redire, avec la meilleure des chaux hydrauliques que l'on connaisse. M. Vicat paraît avoir compris la valeur de tels arguments, et, dans sa nouvelle lettre à l'Académie, il n'insiste plus sur les qualités défensives des mortiers hydrauliques. Il s'efforce de ramener la discussion sur un autre terrain, en m'opposant l'autorité de feu le général du génie Treussart, dont personne, plus que moi, n'estime la haute expérience et le noble caractère. Il m'accuse d'être en contradiction formelle avec l'opinion de ce célèbre ingénieur, relativement à l'utilité des chaux de cette espèce, pour les travaux militaires; mais je n'accepte pas cette manière de raisonner. Je n'ai point soutenu, comme il semble le donner à entendre, que les mortiers et les ciments hydrauliques ne fussent pas d'un excellent usage, et qu'on dût, à prix égal ou même un peu supérieur, leur préférer les mortiers en chaux grasse fabriqués à la manière ordinaire; bien loin de nier leur efficacité pour la préservation des maçonneries contre l'action des eaux et les dégradations qu'elle entraîne, j'ai dit et je le soutiens encore : l'emploi exclusif des mortiers hydrauliques, sera toujours dans chaque localité, subordonné à la question d'économie, et, sauf le cas de travaux d'art d'une grande importance ou d'une faible étendue, tels qu'écluses, piles de ponts, etc., on y renoncera souvent par cet impérieux motif, sinon pour les parements, du moins pour les massifs. Je maintiens de plus, que nul ingénieur expérimenté ne se hasardera à compter sur les effets si précaires de la cohésion pour tenter des économies sur les épaisseurs. Le contenu de la nouvelle lettre de M. Vicat ne détruit aucunement ces assertions; il m'avait semblé utile de rappeler un principe dont les constructeurs prudents ne doivent jamais s'écarter, et j'ai craint, je l'avoue, qu'une confiance trop absolue dans l'excellence de la chaux hydraulique ne le fît oublier à quelques-uns d'entre eux.

» A l'appui de cette opinion, je crois devoir rappeler que j'ai exercé pendant plus de dix années les fonctions d'ingénieur militaire dans un pays renommé, de temps immémorial, pour la qualité supérieure des chaux hydrauliques; j'y ai beaucoup observé et médité, et cependant je ne me suis point aperçu que Vauban, que Cormontaingne et leurs successeurs se fussent, en aucun cas, avisés d'y réduire les épaisseurs de maçonneries; tout au contraire, j'y ai vu d'énormes massifs lézardés, rompus ou mena-

çant ruine, sous l'influence de poussées, de glissements horizontaux, d'inégalités de tassements et de compressibilités du sol; des voûtes croulant après leur décintrement; des pans entiers de murailles présentant les plus déplorables dégradations, une sorte de pourriture, à côté d'autres parfaitement sains et solides; enfin j'y ai vu constamment mélanger les poudres de briques et de scories de forges à la chaux hydraulique naturelle, dans toutes les constructions importantes exposées à l'action des eaux ou de l'humidité. Je n'en ai pas conclu que cette chaux n'eût aucune valeur, aucune supériorité sur les chaux grasses délayées à grande eau suivant l'usage; mais je me suis confirmé dans l'opinion des plus célèbres ingénieurs : que les travaux de maçonnerie sont sujets à des accidents variés contre lesquels on ne saurait trop se mettre en garde; que ces accidents ne sont pas dus uniquement, tant s'en faut, à la mauvaise qualité des mortiers; que la cohésion de ceux-ci, en elle-même si précieuse, n'est souvent que précaire, et qu'employât-on de la chaux hydraulique, on n'y doit pas trop compter.

» L'examen auquel je me suis livré sur ces différents sujets m'a d'ailleurs convaincu, avec la généralité des ingénieurs militaires, que c'était principalement par la dégradation des parements, par les infiltrations provenant des parties supérieures, par les alternatives de sécheresse et d'humidité, d'élévation et d'abaissement de la température, que les revêtements de la fortification périssent, quand d'ailleurs ils sont établis suivant les prescriptions de la science et de l'art; et j'ai pensé que c'était à de tels accidents qu'il fallait surtout porter remède, au moyen des ciments et des mortiers hydrauliques. Les réflexions si justes du général Treussart, dans le passage cité par M. Vicat, portent essentiellement sur la dégradation des parements, et l'on ne peut nier que ces dégradations ne soient dues, fort souvent, à la mauvaise qualité des matériaux solides. Pendant près d'un demi-siècle, nos fortifications, faute de fonds, ont été abandonnées sans aucun soin, sans le moindre entretien, à l'action du temps, d'abord si lente, mais qui croît ensuite avec une rapidité vraiment effrayante. Est-il étonnant que les brèches et les accidents se soient multipliés de toutes parts, même dans les pays dotés des meilleures chaux hydrauliques naturelles? On commence à comprendre qu'indépendamment de la qualité des mortiers, dont le choix et la préparation sont, à coup sûr, une condition essentielle de durée et de diminution de dépense pour l'avenir, l'entretien journalier, pour ainsi dire continu, déjà adopté dans beaucoup de branches des services publics, comme il l'est chez les particuliers, est le

mode le plus économique, le plus convenable pour assurer la stabilité des édifices : telle fissure, telle infiltration que vous méprisez, que vous négligez d'abord, devient, par la suite, une cause imminente de ruine, et il est inexact de dire que l'emploi de la chaux hydraulique mettra toujours à l'abri de pareils accidents : les faits que j'ai rappelés plus haut démontrent le contraire. Je crois que ce n'est pas plaider en faveur des chaux de cette espèce, du moins près des hommes *vraiment spéciaux*, comme le dit M. Vicat, que de se montrer trop absolu, trop exclusif, et d'inspirer à leur égard une fausse sécurité aux constructeurs. En m'énonçant comme je l'ai fait dans ma précédente Note et dans celle-ci, je crois avoir rappelé d'utiles principes d'économie et de mécanique, que malheureusement on méconnaît fort souvent, et dont on s'efforcerait en vain de combattre l'inflexible rigueur, appuyée sur des faits et des chiffres.

» En proposant de combiner, d'une manière intime, la chaux grasse avec les argiles avant la cuisson, au lieu d'en faire un grossier mélange avec la poudre de ces mêmes argiles torréfiées ; en appelant vivement sur ce point l'attention des ingénieurs ; en montrant, depuis lors, qu'il existe, dans presque toutes les localités, des chaux hydrauliques naturelles ; en en faisant apprécier, mieux qu'auparavant, les propriétés, la manipulation, les applications, M. Vicat a rendu un véritable service à la science des constructions ; et, si je me suis permis, en ma qualité de Commissaire, de combattre ses assertions dans ce qu'elles me paraissaient offrir d'inexact, d'exagéré, ou de dangereux sous le point de vue technique, je n'ai nullement eu l'intention, je dirai plus, il n'est pas même entré dans ma pensée, d'atténuer en rien le mérite des persévérants travaux de ce savant ingénieur. Je crois devoir ajouter qu'en exposant avec franchise les opinions que l'on vient de lire, je n'ai entendu engager, en aucune manière, la responsabilité de l'administration à laquelle j'ai l'honneur d'appartenir ; que je n'ai reçu, à cet égard, aucune mission directe ni indirecte, et qu'il me sera impossible de suivre M. Vicat dans la discussion qu'il annonce touchant la question d'économie relative aux travaux militaires de la place de Paris, discussion qui, en effet, me paraît complétement étrangère aux habitudes scientifiques de l'Académie. C'est même dans la crainte d'abuser de ses instants si précieux, que j'ai passé sous silence la citation de divers faits particuliers qui eussent corroboré le précédent exposé de mes opinions ; mais je pourrai y revenir si la suite de la discussion m'y oblige. »

PHYSIQUE. — *Note de* M. **Matteucci** *sur le courant d'induction de la bouteille de Leyde.*

« M. Matteucci, en remplaçant le procédé de l'aimantation par l'indica-
tion du galvanomètre et par celle d'un autre procédé, est parvenu à établir
la théorie des phénomènes d'induction du courant de la bouteille. Pour
cela il emploie les spirales planes, mais il fait que le premier courant
d'induction développé par le courant de la bouteille devienne inducteur
sur une autre spirale, et ainsi de suite. Il a employé jusqu'à trois couples
de ces spirales : avec ce procédé il obtient des déviations très sensibles et
constantes au galvanomètre, et des étincelles très brillantes à chaque in-
terruption du circuit. Tous ces phénomènes d'induction se réduisent à
cette loi. Si les deux circuits qui sont rapprochés, et entre lesquels se fait
l'induction, sont fermés métalliquement, et sans que, par conséquent,
une étincelle éclate à l'interruption, le courant secondaire développé est
dirigé en sens inverse du courant primitif, comme le fait un courant vol-
taïque qui commence ; la même chose a lieu si les deux circuits sont
ouverts de manière à donner tous les deux une étincelle. Quand un des
deux circuits est fermé et l'autre ouvert, et avec étincelle par conséquent,
le courant d'induction est toujours dirigé dans le même sens que le cou-
rant qui le développe, comme le serait un courant voltaïque qui cesse
de passer. On trouve ces deux lois constantes, soit qu'on considère le cir-
cuit de la bouteille comme un de circuit (l'inducteur), ou bien en con-
sidérant comme inducteur un circuit qui transmet un courant induit.

» M. Matteucci a déterminé l'influence de la tension et de la charge du
courant de la bouteille sur l'intensité du courant d'induction. Il a égale-
ment apprécié l'influence des lames interposées. »

MÉTÉOROLOGIE. — M. **Matteucci** envoie un échantillon du résidu qu'a
laissé la pluie boueuse tombée le 19 février dernier, par un temps calme
et de brouillard, à *Bagnone*, à huit milles de Pont-Tremoli.

MÉTÉOROLOGIE. — *Catalogue d'apparitions d'étoiles filantes pendant six siècles ; de 538 à 1123; par* M. **Chasles.**

« Les chroniqueurs anciens que j'ai parcourus se servent de diverses ex-
pressions pour désigner les apparitions que nous appelons *étoiles filantes* :
ils disent *stellæ cadentes ; acies igneæ ; hastæ igneæ ; globi ignei ; igniculi*

similes stellis; ils disent encore que *le ciel est rouge et qu'il pleut du sang*, ou bien que *des signes apparaissent.*

» Les écrivains modernes ont traduit *acies igneæ* par *des armées en feu.* Les *Chroniques de Saint-Denis* disent des *compagnies* ou des *chevaliers.* Nous traduirons *acies* par *lances*, parce que cette expression a eu anciennement une signification précise qu'on trouve en ces termes dans les anciens Dictionnaires: « *Lance* se dit de certains météores qui s'enflamment en l'air, qui sont longs et menus et ressemblent à des *lances.* » (Voir Trévoux; Furetière; *Diction. de l'Académie.*) L'expression *hastæ igneæ* dont se servent quelques chroniqueurs pour désigner le même phénomène, justifie le sens que je donne au mot *acies* en le traduisant par *lances.* Quoi qu'il en soit, il me paraît hors de doute que ces *multitudes de lances de feu*, ou d'*armées en feu*, qu'on a vues parcourir le ciel, sont ces météores que nous appelons *étoiles filantes.*

» Quand des auteurs disent que *des lances sont tombées du ciel*, on trouve quelquefois que d'autres disent, à la même date, que *du sang est tombé du ciel*, ou bien que *des signes ont paru dans le ciel;* souvent ils ajoutent que ces *signes* sont des *globes de feu.* Ces manières de s'exprimer s'appliquent donc aux étoiles filantes.

» Du reste je conserverai les expressions mêmes des auteurs anciens, pour qu'on puisse juger des acceptions qu'il faut leur donner.

» Quelques chroniques racontent que des *croix* ont apparu dans le ciel ou sur les vêtements des hommes. Peut-être sont-ce des apparitions d'étoiles filantes qui ont donné lieu à ces récits présentés sous une forme miraculeuse: néanmoins je n'en ferai pas mention.

» Je passerai aussi sous silence divers cas d'aurores boréales, pour ne pas compliquer ce catalogue.

538.	4 *Avril*	(Jour de Pâques). Le ciel est en feu; du sang tombe des nues. (Sigebert, *Chronicon.*—Dom Bouquet, *Recueil des historiens des Gaules*, t. III, p. 338.)
561.	Après le 10 *Nov.*	Du feu parcourt le ciel, la nuit de la mort de Clotaire. (Grégoire de Tours, *Historia ecclesiastica Francorum*, *Vid.* ad an. 575.—D. Bouquet, t. II, p. 230.)
565.	—	On voit le ciel en feu. Beaucoup de signes apparaissent. (Grégoire de Tours, *Historia*.... — D. Bouquet, t. II, p. 218.)
575.	—	Une lueur parcourt le ciel. (Grégoire de Tours. — D. Bouquet, t. II, p. 230, 407.)
577.	—	On voit dans le ciel des signes; vingt lueurs paraissent et disparaissent. (Grég. de Tours. — D. Bouquet, *ibid.*, p. 246.)

580.	En *Septembre*...	Les arbres fleurissent. Alors aussi on voit un globe de feu parcourir le ciel..... — A Tours, on voit une lueur parcourir le ciel. (GRÉG. DE TOURS. — AIMOIN, moine de l'abbaye de Fleury, *De Gestis Francorum*. — D. BOUQUET, t. II, p. 252, 409, et t. III, p. 82, 226.)
582.	29 *Mars*.	A Soissons, on voit le ciel en feu. Une pluie de sang tombe sur Paris. (GRÉG. DE TOURS. — AIMOIN. — HERMANN CONTRACTUS, *Chronicon*. — *Chroniques de Saint-Denis*. — D. BOUQUET, t. II, p. 275, 410; t. III, p. 85, 229, 323.)
582.	—	Les loups entrent dans Bordeaux et dévorent les chiens. On voit du feu parcourir le ciel. (AIMOIN.—*Chroniques de Saint-Denis*. — D. BOUQUET, t. III, p. 88, 234.)
582.	—	Cette année *encore* des signes paraissent. On voit du feu parcourir le ciel. (GRÉG. DE TOURS. — D. BOUQUET, t. II, p. 277.)
583.	31 *Janvier*	Un globe de feu se détache du ciel, et parcourt un grand espace. (GRÉG. DE TOURS. — D. BOUQUET, t. II, p. 279.)
584.	*Décembre*......	Un globe de feu parcourt le ciel dans le milieu de la nuit et répand une vive clarté au loin. — Des lueurs très vives s'attaquent, se séparent et s'éteignent. Le ciel est tellement éclairé, qu'on croit voir naître l'aurore. (GRÉG. DE TOURS. — AIMOIN.—*Chroniques de Saint-Denis*. — D. BOUQUET, t. II, p. 283, 297; t. III, p. 95, 243.)
585.	23 *Octobre*.....	Pendant *trois nuits* des feux tombent du ciel. — Un globe de feu, étincelant et produisant un grand bruit, tombe sur terre. (GRÉG. DE TOURS. — D. BOUQUET, t. II, p. 320, 323.)
586.	*Décembre*......	Une lueur paraît dans le ciel comme un serpent. (GRÉG. DE TOURS. — D. BOUQUET, t. II, p. 331.)
587.	—	Des signes paraissent dans le ciel. Un globe de feu tombe sur terre avec un grand bruit. (GRÉG. DE TOURS. — FRÉDÉGAIRE, *Chronicum*. — AIMOIN. — *Chroniques de Saint-Denis*.—D. BOUQUET, t. II, p. 335, 418; t. III, p. 104, 254.)
590.	*Février* ou *Mars*.	(Avant Pâques). La nuit est tellement éclairée qu'on croirait être au milieu du jour. Des globes de feu parcourent le ciel plusieurs fois pendant la nuit. (GRÉG. DE TOURS. — D. BOUQUET, t. II, p. 378.)
598.	—	On voit beaucoup de signes dans le ciel. (FRÉDÉGAIRE. — AIMOIN. — D. BOUQUET, t. II, p. 420; et t. III, p. 108.)
599.	—	Des globes de feu parcourent le ciel comme une multitude de lances. (FRÉDÉGAIRE, *Vid.* ad an. 600. — D. BOUQUET, t. II, p. 420.)
600.	—	Ces signes qu'*on a déjà aperçus dans les années précédentes*, des globes de feu, parcourent la partie occidentale du ciel, comme une multitude d'astres, — comme une multitude de lances enflammées. — Une lumière très vive a régné toute la nuit. (AI-

		MOIN. — FRÉDÉGAIRE. — *Chroniques de Saint-Denis.* — HERMANN CONTRACTUS. — PAUL DIACRE. — D. BOUQUET, t. II, p. 420, 637; et t. III, p. 109, 259, 325.)
684.	—	Du feu tombe du ciel. (*Annales Xantenses.* — PERTZ, *Monumenta Germaniæ historica*, t. II, p. 219.)
740.	—	Des signes paraissent dans le soleil, dans la lune et dans les étoiles. (*Ibid.*, p. 221.)
741.	*Février* ou *Mars*.	(Avant Pâques). De nouveaux signes paraissent dans le ciel. (*Gesta regum Francorum.* — *Annales Metenses.* — D. BOUQUET, t. II, p. 458, 572, 576, 686.)
763.	*Février*........	Très forte gelée du 1er octobre au 1er février. On voit tout-à-coup des étoiles tomber du ciel; elles répandent la terreur et font croire à la fin du monde. (*Ex Chronico Remensi.* — LABBE, *Nova Bibli. manuscript. librorum*, t. I, p. 359. — D. BOUQUET, t. V, p. 385. — *Annales Xantenses.* — PERTZ, t. II, p. 222.)
764.	—	Des étoiles tombent du ciel. (*Ex chronico Vezeliacensi.* — LABBE, *ibid.*, t. I, p. 394. — D. BOUQUET, t. V, p. 385.)
781.	—	Beaucoup de signes parurent. On dit qu'il y a eu une pluie de sang. (*Enhardi Fuldensis Annales.* — PERTZ, t. I, p. 349.)
786.	*Décembre*.......	Des lances effrayantes, telles qu'on n'en avait jamais vues, paraissent dans le ciel. On a dit avoir vu pleuvoir du sang. (*Ex Chronico Moissiacensi.* — D. BOUQUET, t. III, p. 139; et t. V, p. 72. — *Annales Laureshamenses.* — PERTZ, t. I, p. 33 et 298.)
786.	—	Du sang s'échappe du ciel et de la terre; beaucoup d'autres signes apparaissent. La peur est grande parmi les hommes. — Un présage est envoyé du ciel, par Dieu, et répand la terreur. (*Ex diversis Chronicis.* — D. BOUQUET, t. V, p. 15, 27, 360, 367. — PERTZ, t. I, p. 17, 41, 64, 88, 92.)
807.	26 *Février*......	Des lances, en nombre étonnant, paraissent pendant la nuit. (*Annales Metenses.* — *Adonis Chronicon.* — *Annales Nazariani.* — *Annales rerum Francicarum.* — *Annales Einhardi.* — *Chroniques de Saint-Denis.* — D. BOUQUET, t. V, p. 25, 254, 322, 353. — PERTZ, t. I, p. 194.)
823.	—	Dans un village de Saxe appelé Frihsazi, vingt-trois métairies sont brûlées par le feu du ciel. La foudre tombe du ciel, quoique serein...... De vraies pierres tombent avec la grêle. — Dans plusieurs lieux, de véritables pierres tombent avec la grêle. (*Annales Eginhardi.* — *Annales Fuldenses.* — *Hermanni Contracti Chronicon.* — D. BOUQUET, t. VI, p. 106, 184, 208, 225. — PRETZ, t. I, p. 358.)
827.	—	Cette défaite avait été présagée par ces lances qu'on avait vues *plusieurs fois* parcourir le ciel avec des couleurs de sang et de

feu. (*Vita Ludovici Pii*. — *Annales Eginhardi*. — *Annales Fuldenses*. — *Chroniques de Saint-Denis*. — *Hermanni Cont. Chronicon*. — D. Bouquet, t. VI, p. 108, 150, 188, 209, 225. — Pertz, t. I, p. 216.)

836. *Février*........ Des lances admirables paraissent dans le ciel, se dirigeant de l'Orient vers l'Occident. (*Annales Xantenses*. — Pertz, t. II, p. 226.)

838. 16 *Février*..... On voit dans l'air du feu ayant la forme d'un serpent. (*Ibid.*, p. 226.)

839. *Février*......... On voit plusieurs fois dans le ciel des lances de feu et de diverses couleurs. (*Annales Bertiniani*. — D. Bouquet, t. VI, p. 201.)

839. 25 *Mars*....... De superbes lances apparaissent le soir et remplissent le ciel. (*Annales Xantenses*. — Pertz, t. II, p. 226.)

839. — Le ciel devient rouge pendant la nuit. Des feux semblables à des étoiles parcourent le ciel. — Pendant *plusieurs nuits* on voit des feux semblables à des étoiles parcourir le ciel. — Le ciel devient rouge comme du sang, et des feux parcourent les airs. (*Petri Bibliothecarii Hist. Franc*. — *Annales Fuldenses*. — *Hermanni Contracti Chronicon*. — *Sigeberti Chronicon*. — D. Bouquet, t. VI, p. 206, 211, 226, 234. — Pertz, t. I, p. 362.)

839. 8 *Mai*......... Pendant la nuit, les étoiles courent de toutes parts les unes après les autres. (*Ex Agnelli libro pontificali*. — D. Bouquet, t. VI, p. 307.)

840. 28 *Mars*....... (Au temps de Pâques). Le ciel paraît rouge comme du sang. — Une traînée de feu part de l'orient, une autre du nord, et elles se réunissent. — Des lances, *semblables à celles de l'année précédente*, paraissent pendant deux nuits. (*Annales Fuldenses*. — *Hermanni Contr. chronicon*. — *Annales Xantenses*. — D. Bouquet, t. VI, p. 211, 227. — Pertz, t. II, p. 226.)

842. 1^{er} *Mars*....... On voit dans le ciel des lances pendant la première heure de la nuit. (*Chron. Fontanellense*. — D. Bouquet, t. VII, p. 40. — Pertz, t. II, p. 301.)

842. 13 *Mars*....... Des lances effrayantes paraissent encore dans le ciel, à la seconde heure de la nuit, du côté de l'orient; elles s'éteignent et renaissent sans intermission. Il y a une grande clarté entre l'orient et l'occident; mais ces lances remplissent surtout le nord. (*Ibid*. — *Ibid*.)

842. 1er *Mai*........ On voit encore des lances dans le ciel. (*Ibid*. — *Ibid*.)

848. 27 *Novembre*... On voit des lances dans le ciel au milieu de la nuit. (*Chron. Fontanellense*. — D. Bouquet, t. VII, p. 41. — Pertz, t. II, p. 302.)

848. 27 *Décembre*. . . On voit encore des lances de feu effrayantes, vers le nord et l'orient. (*Ibid.* — *Ibid.*)

855. *Août*. . . . . Deux étoiles tombent du ciel. (*Annales Bertiniani.* — D. Bouquet, t. VII, p. 71.)

855. 17 *Octobre*. . . . . Une multitude de feux semblables à des pointes parcourent le ciel pendant toute la nuit. (*Annales Fuldenses.* — *Hermanni Contr. Chronicon.* — D. Bouquet, t. VII, p. 165, 234.)

856. 17 *Octobre*. . . . Des feux semblables à des pointes parcourent le ciel pendant toute la nuit. (*Petri Bibliothecarii Hist. Franc. abbreviata.* — D. Bouquet, t. VII, p. 158.)

859. *Août, Sept., Oct.* Des lances paraissent dans le ciel dans les mois d'août, septembre et octobre. (*Annales Bertiniani.* — D. Bouquet, t. VII, p. 75. — Pertz, t. I, p. 463.)

861. 10 *Mars*. . . . . . . Des lances de feu paraissent dans le ciel. (*Chron. Andegavense.* — *Chron. Lemovicense.* — *Annales S. Columbœ Senonensis.* — D. Bouquet, t. VII, p. 238, 234. — Pertz, t. I, p. 103.)

868. *Septembre*. . . . . . Du feu parcourt l'air avec la rapidité d'une flèche (*Annales Xantenses.* — Pertz, t. II, p. 232.)

870. — Pendant plusieurs nuits le ciel est rouge comme du sang; des lances de feu s'attaquent. (*Ann. Fuldenses.* — *Herm. Contr. Chron.* — D. Bouquet, t. VII, p. 175, 235.)

875. — A Brescia, ville d'Italie, il a plu du sang pendant trois jours et trois nuits. (*Annales Fuldenses.* — *Chron. Herm. Contr.* — *Jperii Chron.* — D. Bouquet, t. VII, p. 178, 236. — D. Martène et Durand, *Thesaurus novus Anecdotorum,* t. III, col. 523.)

915. 2 *Février*. . . . . . . (Jour de la Purification). Il est arrivé un grand miracle; les étoiles volaient d'une manière merveilleuse. (*Hepidanni monachi S. Galli Ann. breves.* — *Ann. Sangallenses majores.* — Duchesne, *Hist. Franc. scriptores,* t. III, p. 474. — Pertz, t. I, p. 77.)

917. — Des lances couleur de sang paraissent dans le ciel. (*Acta sanct. ordinis S. Bened.,* pars 2, sæcul. 4, p. 230. — D. Bouquet, t. IX, p. 144.)

918. 1er *Février*. . . . . Des lances de feu, de diverses couleurs, paraissent dans le ciel, et courent successivement les unes sur les autres. (*Orderici Vitalis,* lib. VII. — *Hugonis Flor. Chron.* — D. Bouquet, t. VIII, p. 322; t. IX, p. 16. — Duchesne, t. III, p. 347.)

919. 1er *Février*. . . . . Des lances de diverses couleurs paraissent dans le ciel, pendant presque toute la nuit. (*Ann. S. Columbœ Senonensis.* — Pertz, t. I, p. 104)

922. — Deux lances se dirigent l'une vers l'autre, et disparaissent. (*Frodoardi Chronicon*. — D. Bouquet, t. VIII, p. 178.)

927. *Mars*........ On voit, à Reims, des lances de feu dans le ciel, avant le lever du jour, un dimanche. (*Frodoardi Historia*.— *Ejusd. Chron*. — D. Bouquet, t. VIII, p. 164, 184.)

930. 25 *Décembre*... Une vive lumière traverse le ciel du nord-est au midi. (*Ibid.*, p. 165 et 186.)

934. 14 *Octobre*..... On voit des lances de feu parcourir le ciel. (*Frodoardi Hist. et Chron*. — *Chron. Virdunense*. — *Ann. Casitanes*. — D. Bouquet, t. VIII, p. 166, 189, 290. — Labbe, t. I. — Pertz, t. III, p. 172.)

937. 14 *Février*...... Depuis le chant du coq jusqu'au jour, des lances de sang paraissent de toutes parts dans le ciel. (*Chron. Hugonis Flor*. — *Orderici Vitalis*, lib. VII. — *Chron. Turonense*. — *Chron. Sigeberti*. — *Ann. S. Columbæ Senonensis*. — D. Bouquet, t. VIII, p. 313; t. IX, p. 17, 52. — Duchesne, t. III, p. 348. — Pertz, t. I, p. 105.)

940. *Décembre*...... Dans la nuit d'un dimanche, on voit dans le ciel des lances de diverses couleurs. (*Frodoardi Chron*. — D. Bouquet, t. VIII, p. 194.)

941. — Un signe paraît dans le ciel. (*Annales Sangallenses majores*. Pertz, t. I, p. 78.)

944. — Des globes de feu parcourent les airs; quelques-uns ont incendié des maisons. (*Frodoardi Chron*. — D. Bouquet, t. VIII, p. 198.)

945. 15 *Septembre*... Un signe paraît au commencement de la nuit dans la partie septentrionale du ciel. (*Annales S. Maximini Trevirensis*.— Pertz, t. II, p. 213.)

952. — Une pierre tout en feu, telle qu'une masse de fer incandescent, parcourt le ciel en partant de l'occident. On voit un serpent. (*Annales Wirziburgenses*. — Pertz, t. II, p. 241.)

954. 6 *Mai*......... Plusieurs ont vu pleuvoir du sang. (*Annales S. Columbæ*. — Pertz, t. I, p. 105.)

956. *Juin*........... Un signe prodigieux paraît dans le ciel, savoir, un énorme serpent sans tête. (*Annales Floriacenses*. — *Chron. Andegavense*. — *Fragm. Hist. Franc*. — Pertz, t. II, p. 255. — D. Bouquet, t. VIII, p. 254 et 299.)

965. 12 *Mai*........ Dans presque tous les lieux du royaume où il y a des églises, le feu du ciel est tombé sans bruit, sans tonnerre. — On a vu des croix sur les vêtements des hommes. (*Chron. Andegavense*. — *Annales Sangallenses majores*. — Labbe, t. I, p. 285. — D. Bouquet, t. VIII, p. 252. — Pertz, t. I, p. 99.)

975. — On voit un globe de feu tomber sur la terre. (*Annales Corbienses*. Pertz, t. III, p. 5.)

979. 28 *Octobre* ..... Pendant toute la nuit on voit des lances de feu dans le ciel. (*Chron. Sigeberti.* — *Breve Chron. Remense.* — Labbe, t. I, p. 359. — D. Bouquet, t. IX, p. 39, 315.)

990. — Les étoiles se battent entre elles. (*Ditmari Chron.* — D. Bouquet, t. X, p. 123.)

993. — Les étoiles se battent entre elles. (*Ex. Chron. Saxonico.* — D. Bouquet, t. X, p. 228.)

996. 28 *Mars* .... Un serpent paraît le soir dans le ciel. (*Chron. S. Medardi Suessionensis.* — D. Bouquet, t. X, p. 291.)

1000. 29 *Mars* .... (Le Vendredi-Saint.) On voit dans beaucoup de lieux des lances de feu. Un dragon paraît le soir dans les nuages. (*Ex miraculis S. Agili, inter Act. Sanct. S. Bened.*, sæcul. 2, p. 326.—D. Bouquet, t. X, p. 365.)

1001. 14 *Décembre* ... Un flambeau, semblable à un éclair, tombe sur la terre avec une longue traînée, et disparaît sous la forme d'un serpent. (*Sigeberti Chronicon.* — *Balderici Chronicon.* — D. Bouquet, t. X, p. 197, 217.)

1002. *Décembre* ...... Vers le coucher du soleil, un serpent parcourt les airs, et l'on voit des lances de feu dans le ciel. (*S. Petri vivi Senonensis Chronicon.* — *Glabri Rodulfi Hist.*, lib. II. — D. Bouquet, t. X, p. 20, 222.)

1009. 10 *Avril* .... Le dimanche des Rameaux des gouttes de sang pénètrent les vêtements des hommes. (*Chron. Saxonicum.* — D. Bouquet, t. X, p. 229.)

1022. 22-24 *Juin* ..... (Avant la fête de saint Jean-Baptiste.) Pendant trois jours du sang pleut du ciel. (*Hist. Franc. fragmentum.* — D. Bouquet, t. X, p. 212.)

1039. 6 *Avril* .... On a vu dans le ciel une lance enflammée qui est tombée sur la terre, où elle a laissé des traces qu'on a pu voir pendant long-temps. (*Sigeberti Chronicon.*)

1044. *Novembre* ...... Un globe de feu tombe sur la terre. Le vulgaire ignorant croit que c'est une étoile tombée du ciel. (*Glabri Rodulphi Hist.*, lib. V.— D. Bouquet, t. X, p. 60.)

1057. — Des pierres d'une grosseur étonnante tombent avec la grêle. (*Herm. Contr. Chron.*—D. Bouquet, t. XI, p. 22.)

1058. 1er *Novembre* ... Il pleut du sang sur Paris. (*Chron. Will. Godellii.* — *Chron. S. Columbæ senonensis.* — D. Bouquet, t. XI, p. 283, 293. — Pertz, t. I, p. 105.)

1059. — Il pleut du sang sur Paris. (*Chron. Turonense.* — D. Bouquet, t. XI, p. 348.)

1093. *Avril* .... Des étoiles tombent du ciel à l'occident. (*Annales Beneventani.* — Pertz, t. III, p. 182.)

1094. 4 *Avril* .... On a vu des étoiles tomber du ciel. (*Ibid.* — *Ibid.*, p. 183.)

1095. 4 *Avril* .... On voit des étoiles tomber du ciel, aussi pressées que la grêle, de-

puis le milieu de la nuit jusqu'à l'aurore. — Pendant plusieurs nuits des étoiles paraissent tomber du ciel aussi pressées que la pluie. (*Chron. S. Albini Andega. — Orderici Vitalis Hist. ecclesi.*, lib. IX. — *Libellus Hugonis Floriac.* — *Chron. Turonense.* — *Hist. Franc. fragmentum.* — D. Bouquet, t. XII, p. 3, 466, 484, 661, 799. — *Chron. Cassinense,* lib. IV, c. 11. — *Hist. Hierosolymitana, a Balderico.*)

1095 6 *Avril*....... La nuit où l'abbé Giraud (de Saint-Maxent) mourut, on vit des étoiles tomber du ciel comme des flambeaux. (*Chron. S. Maxentii.* — Labbe, t. II, p. 211. — D. Bouquet, t. XII, p. 403.)

1096. 4 *Avril*........ Presque toutes les étoiles courent comme la poussière emportée par le vent. (*Chron. Remense.* — D. Bouquet, t. XII, p. 274.)

1097. — Les étoiles tombent du ciel comme la grêle. Ce présage répand la terreur. Une disette et une grande mortalité s'ensuivent dans tout le royaume. (*Hist. Andegavensis fragm.* — D. Bouquet, t. XII, p. 491.)

1123. 4 *Avril*....... Une quantité innombrable d'étoiles tombent du ciel et pleuvent de tous côtés sur la terre. (*Chron. Cassinense,* lib. IV, cap. 79.)

1223. — De Bologne on voit tomber sur Rome une pluie de sang miraculeuse ; ceux qui la voient et l'entendent sont dans la stupeur. (*Chron. Andrensis Monasterii.* — D'Acheri, *Veterum aliquot script. Spicilegium,* t. IX, p. 647.)

RÉCAPITULATION.

Apparitions d'étoiles filantes en masse.

538.	4 *Avril.*	**807.**	26 *Février.*
563.		**823.**	
577.		**827.**	
582.	29 *Mars.*	**836.**	*Février.*
584.	*Décembre.*	**838.**	16 *Février.*
585.	23 *Octobre.*	**839.**	*Février.*
587.		**839.**	25 *Mars.*
590.	*Mars.*	**839.**	8 *Mai.*
595.		**840.**	28 *Mars.*
599.		**842.**	1er *Mars.*
600.		**842.**	13 *Mars.*
740.		**842.**	1er *Mai.*
741.	*Février ou Mars.*	**848.**	27 *Novembre.*
763.	*Février.*	**848.**	27 *Décembre.*
764.		**855.**	17 *Octobre.*
781.		**856.**	17 *Octobre.*
786.	*Décembre.*	**859.**	*Août, Septembre et Octobre.*

861.	10 *Mars.*	**993.**	
870.		**1000.**	29 *Mars.*
873.		**1002.**	*Décembre.*
913.	2 *Février.*	**1009.**	10 *Avril.*
917.		**1022.**	22-24 *Juin.*
918.	1er *Février.*	**1037.**	
919.	1er *Février.*	**1038.**	1er *Novembre.*
927.	*Mars.*	**1039.**	
934.	14 *Octobre.*	**1093.**	*Avril.*
937.	14 *Février.*	**1094.**	4 *Avril.*
940.	*Décembre.*	**1095.**	4 *Avril.*
944.		**1095.**	6 *Avril.*
954.	6 *Mai.*	**1096.**	4 *Avril.*
965.	12 *Mai.*	**1097.**	
979.	28 *Octobre.*	**1123.**	4 *Avril.*
990.		**1223.**	

Apparitions d'étoiles filantes isolées.

861.	*Après le* 10 *Novembre.*	**930.**	25 *Décembre.*
875.		**941.**	
880.	*Septembre.*	**945.**	
882.		**952.**	
885.	31 *Janvier.*	**956.**	*Juin.*
886.	*Décembre.*	**975.**	
654.		**996.**	28 *Mars.*
855.	*Août.*	**1001.**	14 *Décembre.*
868.	*Septembre.*	**1039.**	6 *Avril.*
922.		**1044.**	*Novembre.*

Résumé des apparitions d'étoiles filantes en masse.

Janvier	0
Février	10
Mars	9
Avril	7
Mai	4
Juin	1
Juillet	0
Août	1
Septembre	1
Octobre	6
Novembre	2
Décembre	5
	46
Sans date de mois	21
	67

» On remarque dans le catalogue ci-dessus l'absence presque totale d'apparitions en novembre, époque où elles sont actuellement périodiques annuellement. On est induit à conclure de là que le plan de l'orbite de ces astéroïdes que nous voyons vers le 13 novembre, a éprouvé un déplacement considérable, et que c'est par suite de cette perturbation que, de nos jours, ils sont devenus visibles en novembre.

» Les 46 apparitions notées avec dates de mois appartiennent sans doute à plusieurs systèmes différents d'astéroïdes se mouvant en masse; mais il semble qu'il en est un qui se distingue par une périodicité annuelle assez bien indiquée. C'est celui qui, au VIII[e] siècle, apparaissait en *février*, qu'on trouve d'abord en 741, et qui pendant un siècle reparaît dans ce même mois de *février*. Il est à croire que c'est ce même système qui paraît ensuite en *mars*, puis en *avril*. Peut-être est-ce celui que nous voyons actuellement en *novembre*. S'il en est ainsi, il aurait paru à peu près pendant 125 ans dans chaque mois, en supposant que le déplacement du plan de son orbite ait été régulier, et le phénomène du 13 novembre devra être transporté, dans peu d'années, au 14 novembre, puis au 15, au 16, etc.

» On remarquera que quelquefois les chroniqueurs disent que les étoiles filantes paraissent plusieurs nuits de suite; ce qui semble indiquer que ces astéroïdes forment une espèce d'anneau continu (1).

» Il est dit encore, à plusieurs dates, que le phénomène a paru les années précédentes. Cela dénote la périodicité qui s'observe depuis quelques années dans ce phénomène singulier. »

PHOTOGRAPHIE. — M. *Arago* annonce que M. FIZEAU, qui avait obtenu une si belle reproduction sur cuivre d'une de ses images daguerriennes, n'a pas moins réussi en faisant déposer galvaniquement le métal sur cette première reproduction. Le cuivre précipité dans la seconde opération, ne contracte aucune adhérence avec celui de la première planche.

---

(1) Peut-être l'anneau de Saturne n'est-il autre chose qu'un pareil système d'astéroïdes qui formeraient une multitude de satellites de cette planète.

PHYSIOLOGIE. — *De la brièveté des muscles moteurs de l'œil considérée comme cause d'une espèce particulière de myopie.* — Extrait d'une Lettre de M. **J. Guérin.**

« 1°. Il existe deux espèces de myopie, comme il existe deux espèces de strabisme, la myopie mécanique ou musculaire, et la myopie optique ou oculaire. La myopie mécanique résulte, comme le strabisme de la même espèce, de la brièveté primitive ou de la rétraction active des muscles de l'œil.

» 2°. Dans la myopie mécanique, les muscles trop courts sont les quatre muscles droits simultanément, ou trois ou deux seulement d'entre eux, mais de manière à ce que le raccourcissement soit proportionnellement égal dans les muscles affectés.

» 3°. Très fréquemment la myopie se combine avec le strabisme : c'est lorsqu'il existe plusieurs muscles droits rétractés, avec brièveté relative plus grande de l'un d'eux.

» 4°. Les caractères de la myopie mécanique sont, comme ceux du strabisme mécanique, fournis par la forme du globe oculaire, et par les mouvements des yeux. La moitié antérieure du globe de l'œil est conique, la cornée représente un segment de sphère d'un rayon de courbure beaucoup plus petit que le segment de l'œil qu'il remplace. Les parties latérales du globe oculaire sont déprimées, aplaties dans la direction des muscles trop courts. Les mouvements des deux yeux sont plus ou moins bornés en haut, en bas, en dedans et en dehors, suivant le degré de raccourcissement des muscles et le nombre des muscles raccourcis.

» 5°. Le traitement actif de la myopie mécanique doit consister dans la section sous-conjonctivale des muscles trop courts ou rétractés. J'ai pratiqué plusieurs fois cette opération avec succès, tantôt pour des cas compliqués de strabisme, tantôt pour des cas de myopie simple sans strabisme. Je citerai parmi les cas les plus remarquables, celui d'un homme âgé de cinquante ans, affecté d'un léger strabisme divergent, et qui avait été réformé il y a trente ans pour cause de myopie. Il pouvait lire avec les verres n° 3 : trois jours après l'opération, il a pu lire couramment sans lunettes les caractères du *Moniteur*. Je citerai encore un jeune homme âgé de dix-huit ans, fils d'une mère myope dont la mère avait également la même infirmité. Ce jeune homme a été présenté à M. Arago avant l'opération. Il ne pouvait pas distinguer les caractères cicéro à plus de 12 centimètres, et lisait couramment à la même distance et à une distance plus éloignée

avec des lunettes n° 7. Trois jours après la section des deux droits internes et externes, il commençait à lire sans lunettes à la même distance les mêmes caractères, et pouvait distinguer à une distance de 10 mètres des objets qu'il n'avait jamais pu apercevoir avant l'opération. Aujourd'hui, neuvième jour de l'opération, le malade peut lire à l'œil nu les caractères cicéro à la distance de 55 centimètres, et les capitales grasses de romain à la distance de 1 mètre; il distingue assez nettement à la distance de 100 mètres les gros objets, comme un chien, un vase, une statue, tandis qu'il ne voit plus du tout les mêmes objets avec les verres n° 7 et ne les voit que très confusément avec les verres n° 13. Toutefois l'œil ne paraît pas pouvoir encore accommoder son foyer à toutes les distances intermédiaires, et cette circonstance coïncide avec une réunion et une contraction encore incomplètes des muscles divisés.

» 6°. La connaissance de la cause immédiate de la myopie mécanique tend à démontrer que l'œil s'adapte, en s'allongeant ou se raccourcissant alternativement, au moyen de la contraction primitive des muscles droits, à la distance des objets qu'il regarde. Des expériences directes prouvent d'ailleurs qu'il en est ainsi. J'ai eu l'honneur de présenter à M. Arago un jeune homme de vingt-huit ans sur lequel ces mouvements alternatifs de retrait et de relâchement de l'œil, correspondants à la vision à courte et à longue distance, étaient appréciables sans le secours d'aucun instrument.

» 7°. Ces faits et ces expériences tendent à établir que le cristallin ne change pas de forme pour s'adapter à la vue à différentes distances, ainsi qu'avaient cherché à l'établir plusieurs auteurs, mais qu'il change seulement de rapports avec la rétine et la cornée transparente, dont il s'éloigne ou se rapproche alternativement. »

CHIRURGIE. — *Sur l'opération chirurgicale pratiquée pour la guérison du bégaiement.*

M. AMUSSAT écrit de nouveau à ce sujet, et appelle particulièrement l'attention sur l'hémorragie assez abondante qui survient quelquefois pendant et après l'opération.

« Pour arrêter cette hémorragie, dit-il, j'emploie l'eau glacée en injection ou des plumasseaux de charpie contenant de la glace pilée en petits morceaux; et, lorsque cela est nécessaire, je joins à ces moyens la compression sur la charpie avec deux doigts de chaque main placés dans la bouche et prenant un point d'appui sous le menton et en arrière. Une seule

fois j'ai été obligé, à cause de la persistance de l'hémorragie, d'avoir recours à un corps dur que j'ai placé sur la charpie, en faisant serrer les dents. Si ces moyens ne suffisaient pas, il faudrait employer les styptiques et même le fer rouge. Dans les cas ordinaires j'ai renoncé aux styptiques, à l'eau de Rabel, etc., qui m'ont paru augmenter l'inflammation. »

CHIMIE. — *Observations relatives au poids atomique du carbone, et à l'emploi de l'acide sulfurique pour doser l'eau dans les analyses organiques; par* M. **J. Persoz.**

« En brûlant $2^{gr},5$ de sucre par le sulfate mercurique, j'aurais dû, en prenant pour base le poids atomique du carbone établi par M. Berzélius, obtenir $3^{lit},868$ de gaz sulfureux et carbonique à 0° et 0,76 de pression; en prenant pour base le poids atomique du carbone établi par M. Dumas, j'en aurais dû avoir $3^{lit},912$, tandis que l'expérience m'a donné $3^{lit},919$.

» En admettant comme exacte la formule atomique du sucre de M. Liebig, dont j'ai fait usage pour ces calculs, l'expérience que je viens d'indiquer de la combustion de $2^{gr},5$ de sucre est une preuve de plus, si tant est qu'il soit nécessaire d'en fournir d'autres que celles qui découlent des expériences directes et délicates faites par MM. Dumas et Stas, en faveur de la nécessité qu'il y a de faire subir une réduction au poids atomique du carbone. La seule chose qui reste à décider, et qui n'est pas la moins importante, c'est la détermination exacte de l'équivalent du carbone. Faut-il adopter le nombre 75 admis par MM. Dumas et Stas, ou faut-il en rechercher un autre? C'est une question dont je m'occupe en ce moment, et pour la solution de laquelle j'ai entrepris des expériences dont j'aurai l'honneur d'entretenir bientôt l'Académie. Dès à présent je puis lui annoncer que dans toutes les combustions faites au moyen du sulfate mercurique, j'ai recueilli plus d'acide carbonique que le calcul n'en indiquait, en partant, pour le poids atomique du carbone, du nombre 75. En remontant à la cause qui pouvait mettre mes résultats en désaccord avec ceux qu'ont annoncés MM. Dumas et Stas, je n'ai pu la trouver que dans le perfectionnement que ces savants ont voulu apporter à la manière de recueillir l'eau dans la combustion du charbon et des matières organiques. Pour apprécier et saisir les moindres traces d'acide carbonique ou d'eau, MM. Dumas et Stas font passer les produits de la combustion à travers une colonne de pierre ponce, humectée d'acide sulfurique. Le gaz carbonique ainsi privé d'eau par son contact avec l'acide sulfuri-

que, est ensuite absorbé par une dissolution de potasse caustique pour être pesé.

» Or, comme il résulte de mes expériences qu'à la température de + 11° et à la pression de $0^m,757$, 1 volume d'acide sulfurique concentré absorbe exactement 1 volume de gaz d'acide carbonique, on voit d'après cela que l'emploi de l'acide sulfurique pour doser l'eau dans les analyses organiques, ne peut conduire qu'à de faux résultats. »

M. Dumas présente à l'Académie quelques observations au sujet de cette lettre.

« Il est évident que M. Persoz est arrivé à confirmer la nécessité de renoncer à l'ancien poids atomique du carbone, et qu'il a reconnu, autant que ses procédés le permettent, l'exactitude du nouveau pour la pratique. Reste à savoir si au point de vue spéculatif il faut s'arrêter au nombre rond 75, ou à tout autre; c'est ce que son expérience ne décide pas.

» En effet, M. Persoz, en brûlant du sucre et mesurant le volume des gaz qui en proviennent, est obligé de supposer :

» 1°. Que son sucre est pur, et qu'il en a réduit le poids au vide;

» 2°. Que sa cloche est graduée d'une manière parfaite;

» 3°. Que le coefficient de dilatation des gaz est exactement connu et qu'il peut répondre de la température de ses gaz à moins d'un quart de degré;

» 4°. Que la loi de Mariotte est applicable aux gaz carbonique et sulfureux, contrairement aux expériences de M. Despretz, et que la pression à laquelle ses gaz sont soumis est connue à moins d'un tiers de millimètre;

» 5°. Que ses gaz sont absolument secs;

» 6°. Que la densité des gaz carbonique et sulfureux est parfaitement connue; ce qui n'est pas vrai, du moins pour le gaz carbonique.

» Au milieu de toutes ces difficultés, on est étonné que le résultat qu'il annonce ne diffère que de $\frac{1}{800}$ de celui que nous avons obtenu dans des expériences dégagées de toute donnée étrangère, en pesant tout simplement le charbon brûlé et l'acide carbonique obtenu.

» Nous ne saurions admettre que l'intervention de l'acide sulfurique ait pu causer quelque erreur dans nos expériences; car si nous avons employé 4 ou 5 centim. cubes d'acide sulfurique délayé dans de la pierre ponce, pour recueillir les traces d'eau qui auraient pu résulter de nos combustions de diamant ou d'anthracite, nous avons vu cet acide conserver exactement, après l'expérience, le poids qu'il avait avant.

» Ce résultat est facile à comprendre, car si l'acide sulfurique peut dissoudre d'abord un peu d'acide carbonique comme tous les liquides, l'oxigène et l'air que nous faisons passer successivement dans l'appareil ne manquent pas de le déplacer.

» Avec les précautions que nous avons indiquées et qui sont indispensables par d'autres raisons, l'emploi de l'acide sulfurique ne peut offrir aucune chance d'erreur dans le sens indiqué par M. Persoz. Cet habile chimiste s'en convaincra sans peine s'il veut bien répéter nos expériences, ou du moins quelques-unes de nos analyses. »

M. **Persoz** adresse une deuxième Note qui est une réclamation de priorité au sujet d'une publication de M. *Herman Kopp* touchant la *relation qui existe entre le volume des atomes et l'isomorphisme des corps.*

MÉTÉOROLOGIE. — On dépose sur le bureau les tableaux des observations météorologiques faites à l'Observatoire de Toulouse en 1840. M. *Arago*, qui a déjà examiné cet excellent travail de M. **Petit**, se propose d'en faire une analyse développée.

M. **Verusmor** écrit de Cherbourg à M. *Arago*, relativement à la *chute d'un bolide qui paraît avoir été la cause d'un incendie.*

« Le 25 février dernier, dit M. Verusmor, un météore igné venant du nord-est tomba sur le toit d'un pressoir situé au hameau *les Bois-aux-Roux*, commune de Chanteloup, arrondissement de Coutances, et y mit le feu, qui se communiqua bientôt à deux maisons contiguës. Plusieurs individus occupés dans le voisinage ont été témoins de la chute du bolide, et il ne leur reste aucun doute sur la cause d'un désastre que leurs secours empressés n'ont pu prévenir ni arrêter. »

M. **de Saint-Criq-Cazaux** appelle l'attention sur le désaccord qu'on remarque entre les évaluations des superficies de nos départements données dans les trois ouvrages suivants : l'ouvrage de M. *Hennet*, publié en 1817; le tableau donné par M. *de Prony* dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, et enfin le premier volume de la *Statistique du Royaume*, que le Gouvernement a fait paraître en 1835.

M. **Risler** fils présente une chambre claire construite par M. Voigtlander, de Vienne, pour les usages de la photographie, et qui a servi pour les

deux portraits que M. Risler père a mis sous les yeux de l'Académie dans une des précédentes séances.

M. **Léon Vaysse**, à l'occasion d'une communication récemment faite à l'Académie par M. *Malebouche* sur une méthode de traitement, sans opération chirurgicale, pour la guérison du *bégaiement*, rappelle qu'il s'est lui-même occupé de remédier à certains vices de la parole par une gymnastique des organes vocaux; il adresse à l'appui de cette assertion un opuscule qu'il a publié sur ce sujet en 1838.

M. **Albin** adresse des *tables d'intérêts*.

M. **Ricord** écrit relativement à certaines dispositions qu'il conviendrait, suivant lui, de donner aux canaux chargés de conduire au loin les eaux du *puits foré de Grenelle*, afin que ces eaux ne perdissent, dans le trajet, que très peu de la chaleur qu'elles ont à leur première sortie.

M. **Blot** adresse un paquet cacheté.

L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 5 heures. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 10, in-4°.

Histoire physiologique des Plantes d'Europe; par M. VAUCHER; 4 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome 6, n° 10, 28 février 1841, in-8°.

Recueil de la Société Polytechnique; février 1841, in-8°.

Histoire naturelle des îles Canaries; par MM. WEBB et BERTHELOT; 55e liv., in-4°.

Rapport sur les Travaux de la Société de Géographie et sur les progrès de la Science, pendant l'année 1840; *par* M. BERTHELOT; in-8°.

Lettre de M. AMUSSAT *à MM. les membres du Conseil de l'Académie royale de Médecine;* in-8°.

Le mécanisme de la Parole mis à la portée des Sourds-Muets de naissance; par M. L. VAISSE; 1838, in-4°.

Mémoire concernant quelques applications et la construction des Machines généralement connues sous le nom de Ventilateurs ou Tarares; par M. AL. DE SABLOUKOFF; Paris, 1841, in-8°.

Notice sur les moyens employés en Russie pour élever des Abeilles; par AL. DE POKORSKY-JOURAVKO, traduit du russe par M. *Sabloukoff;* in-8°.

Réponse de M. le Dr TANQUEREL DES PLANCHES *à la lettre de* M. Gendrin, *du* 15 *fév.* 1841; $\frac{1}{4}$ de feuille in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; mars 1841, in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; mars 1841, in-8°.

A Memoir... *Mémoire sur la Vie et les Travaux de M. F. Willughby*, *par* M. J.-F. DENHAM; avril 1838, in-12.

The London... *Journal de Science et Magasin philosophique de Londres, Edimbourg et Dublin*; mars 1841, in-8°.

The Athenæum, journal; février 1841, in-8°.

Astronomische.... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n^{os} 417, in-4°.

Mapa... *Carte physique et politique de la République de Venezuela, dédiée au Congrès constituant de* 1830, *par l'auteur*, M. A. CODAZZI, *colonel du Génie*; 4 feuilles formant atlas.

Gazette médicale de Paris; tome 9, n° 11.

Gazette des Hôpitaux; n° 31—33.

L'Expérience; n° 193.

La France industrielle; jeudi 11 mars 1841.

COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 MARS 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président annonce la perte douloureuse que l'Académie vient de faire dans la personne d'un de ses membres, M. *Savart*, décédé le 16 mars 1841.

OPTIQUE ANALYTIQUE. — *Sur la formation directe des coefficients généraux des systèmes optiques; par* M. Biot.

« Lorsqu'on cherche les quatre coefficients généraux d'un système optique quelconque, par la méthode de Lagrange, pour le cas des petites inclinaisons sur l'axe central, et des petites incidences sur les surfaces assemblées, ces coefficients se trouvent individuellement déterminés par des équations aux différences finies du second ordre, à coefficients variables, dont jusqu'ici on ne sait pas, je crois, obtenir l'intégrale *explicite*; de sorte qu'on est obligé de former leurs expressions littérales par un

calcul progressif, qui procède graduellement à travers le système jusqu'au nombre total de surfaces, ou de lentilles, dont il est composé.

» Dans le volume imprimé que j'ai offert dernièrement à l'Académie, et dans les feuilles manuscrites qui en sont la suite, j'avais formé ainsi les expressions des quatre coefficients généraux pour autant de surfaces, ou de lentilles, que je pouvais avoir besoin d'en considérer dans les applications. Mais c'était toujours une restriction analytique fâcheuse que de ne pouvoir étendre ces expressions à des nombres de surfaces ou de lentilles plus considérables, autrement que par la continuation ultérieure du même calcul, qui devient alors de plus en plus pénible, à cause du nombre croissant de termes qui composent les coefficients cherchés.

» Je viens heureusement de parvenir à éluder cette difficulté au moyen d'un procédé analytique de formation directe, qui supplée complétement à l'intégrale explicite; et comme le même artifice pourrait n'être pas inutile dans d'autres occasions, je prie l'Académie de permettre que j'indique ici brièvement en quoi il consiste.

» Lagrange, dans son Mémoire de 1778, avait montré que deux des coefficients seulement ont besoin d'être formés par le calcul successif; les deux autres pouvant se déduire de ceux-là par de simples différentiations, quand on les a obtenus. J'ai d'abord généralisé ce résultat, en prouvant que le même mode de déduction peut être appliqué à trois des coefficients au lieu de deux; en sorte qu'on les obtient tous les trois par ce procédé, quand on connaît seulement le quatrième, qui est nécessairement le plus complexe.

» Or, en considérant les cinq premières formes que prend celui-ci, pour les systèmes optiques où les surfaces agissantes sont d'abord introduites isolément, sans aucune relation entre elles, le nombre total des termes qu'il doit contenir, dans le cas général, se présente avec évidence; et ces termes, tous irréductibles entre eux, se classent naturellement en différents ordres, dont la loi de formation individuelle se reconnaît avec une extrême facilité. Ainsi, pour chaque nombre donné de surfaces, on peut, d'après ces deux règles, écrire immédiatement tous les termes de chaque ordre, et tous les systèmes de termes de différents ordres, qui doivent composer le coefficient générateur duquel on déduit ensuite les trois autres par de simples différentiations. Si l'on applique ce mode de formation direct, aux systèmes dont le nombre de surfaces n'excède pas cinq, on retrouve naturellement pour chaque cas, des expressions des quatre coefficients, identiques à celles que j'ai rapportées à la page 423 du volume

présenté à l'Académie, et qui avaient été obtenues par le calcul successif; mais les différents termes s'y trouvent écrits, suivant un ordre de facteurs plus analogique à leur nature, et que je n'avais pas alors reconnu.

» Lorsque l'on veut considérer des systèmes purement dioptriques, composés de lentilles extérieurement contiguës à un même milieu ambiant, la périodicité du retour du rayon à une même vitesse, de deux en deux surfaces, permet, comme je l'ai dit, de contracter les coefficients généraux sous une forme telle, que le nombre total de leurs termes explicites se réduit à moitié. Il fallait donc chercher à leur appliquer aussi un mode de formation direct dans ce nouvel état. Cela semblait, au premier coup d'œil, devoir être bien plus difficile, parce que les quantités dépendantes des épaisseurs centrales, s'introduisent dans la composition des termes successifs, d'une manière en apparence si mêlée, et si bizarre, qu'on espérerait peu de découvrir les lois de leur intervention. Néanmoins, comme, en vue des applications, j'avais disposé les formules pour ce cas contracté, de manière qu'elles devinssent immédiatement pareilles à celles des simples surfaces, quand les lentilles pouvaient être supposées infiniment minces, l'analogie de constitution m'a fait aisément apercevoir en quoi et comment la présence des quantités dépendantes des épaisseurs les modifiait. J'ai donc pu également ramener d'abord trois des coefficients contractés à dériver par simple différentiation du quatrième, analogue au coefficient générateur du cas précédent; puis, considérant ce quatrième dans ses cinq premières formations, et me guidant sur son intime analogie avec celui des simples surfaces, j'ai pu aisément assigner le nombre total de ses termes, reconnaître leur classement en différents ordres, et fixer dans chaque ordre le mode général de leur composition. Alors, pour chaque nombre de lentilles donné, le coefficient générateur contracté s'écrit ainsi immédiatement, sous la forme la plus simple, comme la plus analogique qu'il puisse avoir, sans que ses termes, tous positifs, puissent admettre entre eux aucune réduction, tant qu'on n'y introduit pas les valeurs particulières et numériques qu'on veut attribuer aux lettres qu'il renferme. Si l'on suppose les lentilles infiniment minces, ce mode de formation devient identiquement pareil à celui qu'on avait précédemment obtenu pour des surfaces distinctes, comme l'exigeait l'identité de forme des équations aux différences dont les coefficients contractés ou non contractés dérivent, quand on y introduit la restriction des épaisseurs.

» Les procédés de formation que je viens d'indiquer remplacent complétement, dans ces deux cas, la connaissance de l'intégrale générale de ces

équations. N'existerait-il pas souvent en analyse des cas pareils, dans lesquels l'intégrale, très difficile ou même impossible à obtenir si on la considère dans son ensemble, pourrait être ainsi suppléée en partageant ses termes en plusieurs ordres distincts, dont la loi de formation individuelle serait alors facile et à reconnaître et à exprimer? Cela reviendrait idéalement à décomposer l'équation différentielle proposée, en un système multiple d'autres équations d'une considération plus facile. Ne pourrait-on pas trouver des règles générales pour effectuer cette décomposition de la manière la plus favorable dans chaque cas donné? Je soumets cette idée, très connue, peut-être, aux géomètres plus exercés que je ne le suis à envisager généralement les formes analytiques, sans avoir besoin d'être guidés par le fil des applications.

» Comme plusieurs savants étrangers paraissent en ce moment concourir à diriger leurs recherches vers l'Optique analytique, je prie M. le secrétaire perpétuel de vouloir bien apposer sa signature sur les deux feuilles manuscrites qui contiennent le détail de la méthode que je viens d'indiquer, pour former directement les quatre coefficients généraux des systèmes optiques. Cette précaution n'a pas d'autre but que de me dispenser d'avoir à en justifier ultérieurement l'emploi. »

Remarques de M. LIBRI *sur la Note précédente.*

« Après cette lecture, M. Libri prend la parole pour rappeler à l'Académie que l'équation aux différences traitée par M. Biot lui semble avoir été résolue dans un Mémoire inséré dans le tome XIV des *Nouveaux Mémoires de l'Académie des Sciences*, et dans lequel M. Libri a exposé une méthode pour intégrer directement et sans symboles les équations linéaires aux différences du second ordre et des ordres supérieurs à coefficients constants ou variables. M. Libri ne doute pas qu'en traitant la question particulière dont il voulait s'occuper, M. Biot n'ait obtenu des expressions moins compliquées que la formule générale publiée dans le volume déjà cité, car on sait que les méthodes les plus générales ne sont pas toujours les plus simples, et il admet volontiers que M. Biot, dont il ne connaît pas encore les résultats, soit parvenu à quelque simplification remarquable. M. Libri a voulu seulement rappeler que la question analytique avait déjà été résolue en général. »

Réponse de M. **Biot** *à* M. Libri.

« Le coefficient que j'ai appelé générateur, dans les systèmes optiques, dépend, à la vérité, d'une équation aux différences finies du second ordre, à coefficients variables; mais la loi simple de sa composition s'est offerte, directement à moi, comme attachée à la nature spéciale de la question que je considérais, sans passer par l'intégrale de son équation déterminatrice. On ne pourrait pas, je crois, reconnaître cette loi simple, sur l'intégrale générale elle-même, à moins qu'elle ne fût exprimée explicitement, et spécialisée dans son application aux systèmes optiques. Or, la première de ces conditions me semble n'être pas remplie par les formes indicatrices, je n'ose plus dire symboliques, dont M. Libri a fait usage; de même qu'elle ne le serait pas davantage si l'on exprimait cette intégrale, par des produits de fractions continues, *non réduites,* comme Euler et ensuite M. Laplace en ont montré la possibilité. Toutefois, M. Libri aurait un moyen bien facile de me faire changer d'opinion : ce serait de parvenir aux mêmes résultats, ou à des résultats aussi simples, en résolvant, par ses méthodes, l'équation aux différences que je me suis empressé de lui communiquer, avec la limitation spéciale de ses constantes arbitraires. Et, s'il le fait, il aura rendu un véritable service aux géomètres, qui ont peut-être hésité jusqu'ici à employer ses procédés, craignant qu'ils ne fussent d'un usage aussi compliqué, ou plus compliqué, que ne le serait le travail de l'élimination directe. »

Communication verbale de M. **Libri**, *au sujet du* Catalogue d'apparitions d'étoiles filantes *présenté par* M. Chasles *dans la dernière séance.*

M. Libri présente quelques observations verbales sur le *Catalogue des apparitions d'étoiles filantes,* rédigé par M. Chasles et inséré dans le *Compte rendu* de la dernière séance.

La communication de M. Libri, qui prend plusieurs fois la parole pour répondre aux observations de M. Chasles, présent à la séance, peut se résumer de la manière suivante :

« Le *Catalogue* de M. Chasles peut donner lieu à plusieurs remarques. M. Libri se borne à faire deux observations principales (1).

---

(1) Dans la discussion qui a suivi la communication verbale que j'ai faite à l'Académie, M. Chasles m'a engagé à lui donner connaissance des autres remarques que

» M. Chasles a disposé par ordre chronologique les apparitions d'étoiles filantes qu'il a trouvées signalées dans les historiens. Il a indiqué toujours

---

j'avais pu faire sur son travail. Le temps me manque pour me livrer ici à un examen approfondi. Si j'étais moins pressé, je m'arrêterais à ces *acies igneæ*, qu'il traduit par *lances*, bien qu'au moyen-âge on ait toujours traduit ces deux mots par *armées*, *troupes* ou *compagnies* de feu. Ces *armées de feu* ont joué, à certaines époques, un rôle important qui ne permet guère de douter qu'elles ne représentassent plus ou moins incomplétement des hommes armés, ce qui ne semble guère s'accorder avec les étoiles filantes. Peut-être ne faudrait-il voir dans la plupart de ces *armées* que des nuages de forme bizarre, éclairés d'une manière particulière. Mais, sans insister davantage sur ce point, je dirai que, dans certains cas, il me semble que M. Chasles a considéré comme des apparitions d'étoiles filantes des phénomènes qui, d'après la description des chroniqueurs, ressemblent plutôt à des aurores boréales. Ainsi, par exemple, à l'année 584, là où M. Chasles croit voir des étoiles filantes, le texte dit : *His diebus adparuerunt à parte Aquilonis nocte media radii multi, fulgore nimio relucentes, qui ad se venientes, iterùm separabantur, usquequò evanuerunt. Sed et cœlum ab ipsa septentrionali plaga ita resplenduit, ut putaretur auroram producere* (Bouquet, *Rerum gallicarum scriptores*, t. II, page 283. — Je ne reproduis pas ici l'autre passage cité par M. Chasles sous la même date, parce que rien ne me semble prouver qu'il s'agisse dans les deux passages de la même apparition), ce qui paraît se rapporter mieux à une aurore boréale. De même, à l'année 585, l'apparition que M. Chasles place au 23 octobre, bien qu'il m'ait été impossible de retrouver dans l'auteur original le *jour* de cette apparition, est décrite de manière à faire croire que c'était plutôt une aurore boréale qu'une apparition d'étoiles filantes. Voici le passage original :

« Cum autem in loco illo commoraremur, vidimus per duas noctes signa in cælo, id » est radies à parte Aquilonis tam clarè splendidos, ut priùs sic adparuisse non » fuerint visi : et ab utraque quidem parte, id est ab Euro, et Zephyro, nubes san- » guineæ : tertia verò nocte quasi hora secunda adparuerunt hi radii. Et ecce dùm » hos miraremur adtoniti, surrexerunt à quatuor plagis mundi alii horum similes ; vi- » dimusque totum cælum ab his operiri. Et erat nubes in medio cæli splendida, ad » quam se hi radii colligebant in modum tentorii, quod ab imo ex amplioribus in- » cœptum fasciis angustatis in altum, in unum cuculli caput sæpe colligitur. Erantque » in medio radiorum et aliæ nubes ceu coruscum validè fulgurantes. » (Bouquet, t. II, page 320.)

On doit regretter que M. Chasles n'ait pas rapporté textuellement les passages originaux au lieu de donner des paraphrases et des extraits qui peuvent fournir matière à contestation. Il me semble que dans plusieurs autres des cas cités par M. Chasles, et je suis bien loin de les avoir tous vérifiés, il s'agit plutôt d'aurores boréales que d'étoiles filantes. Ce que dit M. Chasles à la fin de son Catalogue, sur l'apparition du météore lumineux plusieurs nuits de suite, me semble un argument de plus en faveur de ma supposition.

l'année, et il a indiqué de plus le mois et le jour chaque fois que l'époque de l'arrivée du phénomène était exactement déterminée. Si M. Chasles s'était borné à faire un Catalogue sans en tirer aucune conséquence, les dates des apparitions n'auraient eu besoin de subir aucune correction. Mais comme M. Chasles ne s'est pas borné à citer ces phénomènes, et qu'il a formé un tableau (1) des apparitions d'étoiles filantes classées par mois, il est évident qu'avant d'établir cette classification (qui au reste ne repose que sur un très petit nombre de faits et semble peu propre à la recherche des lois générales), il fallait s'assurer qu'effectivement les apparitions dont il s'agit ont dû avoir lieu dans les mois indiqués par les chroniqueurs. Pour cela il était nécessaire de corriger chaque date d'après la réforme du calendrier, et l'on sait que la correction à faire n'est pas constante, mais qu'elle varie avec le temps d'une manière notable. Or M. Libri a été fort étonné de voir que M. Chasles avait toujours négligé de faire cette correction essentielle. Dans sa récapitulation des *apparitions d'étoiles filantes en masse* (2), M. Chasles cite trente-trois apparitions pour lesquelles le jour, le mois et l'année se trouvent marqués dans les chroniques; or, sur ces trente-trois apparitions, il y en a douze qui, très probablement (3), passeraient du mois où elles sont indiquées au mois qui précède, si l'on corrigeait chaque date d'après la réforme variable du calendrier. Si l'on ajoute à cela les observations pour lesquelles le mois seul est indiqué, qui, toujours pour les étoiles filantes en masse, sont au nombre de onze, et dont probablement plusieurs devraient être transportées aussi au mois précédent d'après la correction du calendrier, on verra que le tableau placé par M. Chasles à la fin de son Catalogue devra être corrigé dans toutes ses parties avant qu'on puisse en tirer aucune conséquence. Ainsi, par exemple, M. Chasles dit dans son *Résumé* (4), qu'en janvier il n'y a pas eu d'apparition d'étoiles

---

(1) Voyez *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 15 mars 1841, page 508.

(2) Voyez *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 15 mars 1841, pages 507 et 508.

(3) La chose est presque certaine, mais, pour s'en assurer, il faudrait exécuter des calculs que je n'ai pas eu le temps de faire, afin de connaître exactement la correction nécessaire pour chaque date pendant les *sept siècles* qu'embrassent les recherches de M. Chasles.

(4) Voyez *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 15 mars 1841, page 508.

filantes, tandis qu'il y en a eu dix en février : ce fait, s'il était vrai, serait fort remarquable; mais comme, d'après la *récapitulation* de M. Chasles (1), parmi les dix apparitions des mois de février, il y en a trois (aux années 913, 918 et 919) qui tombent au 1er et au 2 février, il est évident d'abord que ces trois apparitions doivent être défalquées de celles du mois de février et reportées en janvier; ce qui donnerait d'abord trois apparitions en janvier et sept en février : résultat bien moins singulier que celui qu'on trouve consigné dans le *Résumé* de M. Chasles. D'ailleurs, parmi les sept apparitions qui restent au mois de février, il y en a quatre qui sont indiquées seulement comme ayant eu lieu en *février*. Or il est assez probable que, par suite de la même correction, une au moins de ces apparitions devrait être reportée au mois précédent si l'on en connaissait la date précise et le jour. Il résulte de là que le mois de janvier comptera certainement trois observations et probablement quatre, et que le mois de février n'en comptera que six ou sept tout au plus. La différence entre les deux mois devient alors très petite, et l'on ne remarque plus ce saut brusque de zéro à dix, que M. Chasles avait admis sans examen. Il est vrai qu'il faudrait reporter en février l'apparition du 1er mars 842; mais, malgré cela, on ne rencontrerait plus entre les deux mois cette grande différence marquée par M. Chasles. La correction dont il s'agit était essentielle dans le *Résumé* de M. Chasles, où les apparitions sont classées suivant les mois. Non-seulement en son état actuel ce *Résumé* est fautif, mais il ne signifierait plus absolument rien, si l'on ne corrigeait pas le nombre d'apparitions relatives à chaque mois. Cette correction est d'autant plus essentielle, qu'elle varierait avec le temps et n'affecterait pas également tous les termes, comme a semblé le penser M. Chasles, dans la discussion verbale qui a suivi la communication de M. Libri.

» Après avoir montré la nécessité de tenir compte de la correction du calendrier, M. Libri croit devoir signaler, dans le Mémoire de M. Chasles, une hypothèse qu'il lui paraît impossible d'admettre. A la fin de son *Catalogue*, M. Chasles dit ce qui suit :

» *On remarquera que quelquefois les chroniqueurs disent que les étoiles filantes paraissent plusieurs nuits de suite; ce qui semble indiquer que ces astéroïdes forment une espèce d'anneau continu.*

» Et il ajoute ici en note : *Peut-être l'anneau de Saturne n'est-il autre chose qu'un pareil système d'astéroïdes, qui formeraient une multitude de satellites de cette planète.*

---

(1) Voyez *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 15 mars 1841, page 508.

» M. Libri avoue ne pas comprendre comment l'anneau de Saturne, qui est un corps opaque réfléchissant la lumière, et dont l'ombre se projette sur la surface de Saturne, peut être assimilé à un *pareil système d'astéroïdes*, c'est-à-dire à un *pareil système d'étoiles filantes*. »

Réponse de M. **Chasles** *aux observations de* M. Libri.

« Les observations de M. Libri portent sur trois points, savoir:

» 1°. Que M. Chasles aurait eu tort de ne pas corriger les anciennes dates pour les appliquer au calendrier grégorien; correction sans laquelle son *Catalogue d'étoiles filantes* ne peut être d'aucune utilité et demande à être refait;

» 2°. Que plusieurs récits où M. Chasles a cru voir des *étoiles filantes* paraissent devoir s'appliquer à des *aurores boréales;*

» Et 3°. Que l'hypothèse sur l'anneau de Saturne est en quelque sorte absurde, par la raison que cet anneau *est un corps opaque réfléchissant la lumière et dont l'ombre se projette sur le globe de Saturne;* ce qui n'aurait pas lieu s'il était composé d'*astéroïdes qui formeraient une multitude de satellites de cette planète*.

» I. Sur le premier point, M. Chasles répond que l'objection n'est nullement fondée; que la réforme grégorienne eût été nécessaire s'il eût comparé une date ancienne à une date moderne (le 4 *avril*, par exemple, où le phénomène s'observe consécutivement dans les années 1094, 95 et 96, au jour correspondant de l'année 1841), dans la supposition que le phénomène dût être constant à jour fixe; mais que le calcul de cette correction, que M. Libri déclare être essentiel, était absolument *inutile*, pour l'usage que M. Chasles faisait des dates, et les conclusions qu'il en tirait; que ce calcul aurait été *puéril*, et *aurait entraîné des inconvénients*.

» Il était *inutile*, car il s'agissait d'une période de 125 ans environ, pendant laquelle M. Chasles supposait que le système d'astéroïdes qu'il signalait, avait apparu dans le cours d'un même mois (c'est-à-dire $\frac{1}{12}$ du cercle). Que pouvait faire une différence de quelques jours dans quelques dates de ce mois, sur cette période de 125 ans environ? M. Chasles comparait le phénomène observé successivement en février, mars et avril, pendant près de 4 siècles (du 8e siècle au commencement du 12e) au phénomène actuel du mois de novembre. Que pouvaient faire quelques différences dans les dates des jours de ces mois de février, mars et avril, comparés au mois de novembre?

» Le calcul de la correction eût été *puéril*, si M. Chasles l'eût fait comme nécessaire à ses conclusions; car cette correction eût été, soit par rapport à la période de 125 ans, soit par rapport à la comparaison des mois de février, mars et avril au mois de novembre de notre époque, d'un ordre inférieur aux quantités qu'on néglige dans les calculs astronomiques.

» En outre, cette correction grégorienne eût eu le grave inconvénient de détruire, *gratuitement et mal à propos*, l'homogénéité des dates du catalogue; car elle n'était faisable que pour les dates précises d'années, de mois et de jours, et non pour les dates sans indication de jours. Celles-ci seraient donc restées exprimées dans le calendrier julien, tandis que les autres l'auraient été dans le calendrier grégorien. C'eût été une confusion que M. Chasles n'a pas voulu introduire (1).

» Du reste, la correction demandée par M. Libri n'exige qu'un calcul de quelques minutes, que chacun fera aisément quand il voudra comparer une apparition ancienne à une apparition moderne (2).

» II. Pour les faits d'aurores boréales, M. Chasles dit qu'il en avait trouvé un certain nombre, mais qu'il les a distraits de son *Catalogue d'étoiles filantes*; que si M. Libri veut bien indiquer les récits qu'il pense se rapporter à des aurores boréales, et qui diminueraient les cas d'étoiles filantes annoncés dans ce Catalogue, M. Chasles examinera de nouveau les textes qu'il a traduits, et se rendra à l'opinion de son contradicteur, si elle lui paraît fondée.

» III. Quant à l'anneau de Saturne, M. Libri avoue ne pas comprendre l'hypothèse de M. Chasles. En effet, M. Libri s'est complétement mépris sur le sens très clair de la note succincte dans laquelle est exprimée cette hypothèse. M. Chasles a simplement émis l'opinion que l'anneau de Saturne, au lieu d'être un corps compact et continu, comme on le sup-

(1) L'intention de M. Chasles s'est trouvée d'accord avec l'opinion de M. le secrétaire perpétuel (M. Arago), qui, en l'invitant à ajouter à chaque article de son Catalogue les sources où il avait puisé ces récits d'*étoiles filantes*, lui avait recommandé de conserver les dates mêmes rapportées par les chroniqueurs, pour que chacun pût discuter ces documents historiques.

(2) Dans ses observations écrites, M. Libri dit que M. Chasles lui a *semblé penser* que la correction grégorienne affecterait *également* toutes les dates de son catalogue. Cette insinuation de M. Libri est purement *gratuite*; la manière dont M. Chasles s'est exprimé au sujet de la réforme ne lui semble pas avoir donné lieu à une pareille interprétation de ses paroles, et à une pareille supposition d'ignorance.

pose, *pourrait* bien n'être qu'un assemblage de corps ayant entre eux des intervalles, plus ou moins considérables, mais insensibles à nos yeux, à raison de leur énorme distance de la Terre. Ces corps projetteraient leur ombre sur Saturne, comme s'ils formaient une masse compacte : l'argument tiré par M. Libri de l'ombre projetée sur cette planète par son anneau, est donc tout-à-fait sans application contre l'hypothèse de M. Chasles (1).

» *Post-scriptum.* Dans la note jointe aux observations de M. Libri, se trouve l'indication des passages que ce savant croit se rapporter à des aurores boréales, et où il suppose que M. Chasles a vu des étoiles filantes, passages que M. Chasles l'avait invité à vouloir bien faire connaître. Il sera très facile de répondre à ce sujet ; ce sera l'objet d'une communication dans laquelle M. Chasles discutera quelques autres points des observations de M. Libri qui lui paraissent inadmissibles. »

MÉCANIQUE-PHYSIQUE. — *Communication de* M. PONCELET, *relative à une présentation d'ouvrage.*

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie un exemplaire de l'ouvrage que je viens de publier, sous le titre d'*Introduction à la Mécanique industrielle, physique et expérimentale;* c'est la continuation, l'extension, ou, si l'on veut, la deuxième édition d'un *Essai de Mécanique industrielle,* dont la première, complétement épuisée dès la fin de 1829, était destinée à servir de point d'appui et de complément aux leçons que je donnai aux ouvriers de la ville de Metz, pendant les années de 1827 à 1830.

» L'impression de cette nouvelle édition, souvent interrompue par le concours de différentes circonstances indépendantes de ma volonté, vient seulement d'être terminée ; l'étendue en est presque triplée : elle contient des développements considérables relatifs à la résistance que les corps, envisagés dans leur état physique, opposent à l'action *directe* des forces et au mouvement d'autres corps.

» Ainsi, les notions systématiques et les résultats de l'expérience con-

(1) Le mouvement de rotation de l'anneau de Saturne, reconnu par Herschel, s'accorde avec mon hypothèse ; car cette multitude de satellites que je suppose former cet anneau seraient animés d'un mouvement de rotation, de même que ces astéroïdes auxquels je les ai comparés et qui sont la cause du phénomène appelé *étoiles filantes.*

cernant la ténacité, l'élasticité, les lois de l'allongement, de la compression, des oscillations, de la rupture des prismes solides soumis à des charges instantanées ou permanentes; les effets des chocs vifs, le frottement, l'adhérence des corps, la résistance des milieux, et, plus spécialement, celle des fluides considérés toujours dans les circonstances physiques et mécaniques les plus simples; tels sont les sujets et les questions qui se trouvent traités dans cet Ouvrage, destiné, comme je l'ai dit, principalement à la classe des artistes et des ingénieurs, et qui doit aussi servir de base fondamentale aux applications ultérieures de la Mécanique à la science des machines et des constructions. J'ai tâché d'y mettre à nu bien des erreurs de raisonnement, de calcul ou d'expérience, en quelque sorte consacrées; je crois avoir exposé, avec exactitude et impartialité, l'état actuel de cette branche importante de nos connaissances, et avoir montré tout ce qui reste encore à faire pour la sortir de l'empirisme, du vague des hypothèses ou des incertitudes offertes par le résultat des expériences connues, si nombreuses et si discordantes entre elles, si mal appréciées ou interprétées par les uns, si fort ignorées par d'autres.

» A ce court exposé du but général de l'Ouvrage, je me permettrai d'ajouter quelques mots concernant une question de Mécanique expérimentale qui a excité vivement l'attention et l'intérêt de l'Académie, pendant un grand nombre d'années, la question de la *résistance des fluides*, dont, à diverses époques, elle a fait l'objet d'un prix, disputé, en dernier lieu, par MM. Duchemin, J. Russell, Piobert, Morin et Didion. Le chapitre dans lequel j'ai traité cette matière, n'a guère moins de 200 pages, en y comprenant les applications ou exemples numériques divers, et cependant il s'en faut que j'aie pu analyser d'une manière complète toutes les tentatives théoriques ou expérimentales faites, à diverses époques, pour jeter la lumière sur cette épineuse et vaste matière. Je me suis vu obligé de me borner aux faits les plus généraux et les plus importants pour les applications usuelles, en m'efforçant de les coordonner entre eux au moyen de considérations physiques et mécaniques, principalement fondées sur le théorème des forces vives.

» Dans une Addition placée à la fin du volume, j'ai même tenté de donner une théorie nouvelle de la pression exercée, sur les corps en repos, par les fluides en mouvement, ou *vice versâ*, en partant des idées émises par Dubuat dans ses *Principes d'hydraulique*, et y appliquant le théorème des forces vives, à peu près comme l'avaient fait Daniel Bernoulli et Dubuat, dans des ouvrages empreints du cachet du génie. Il me suffira de

dire que les résultats que j'ai obtenus rendent un compte satisfaisant de plusieurs circonstances du phénomène de la résistance, relatives à l'influence de l'allongement des prismes, qui ne pouvait aucunement s'expliquer par les formules, en elles-mêmes si précieuses, du même Bernoulli et du grand Euler. Je livre ces nouvelles recherches à l'appréciation des esprits éclairés, sans toutefois les considérer comme constituant, dans leur ensemble, une théorie véritablement mathématique, ou comme autre chose qu'une tentative faite dans une voie non encore explorée, et qui, entre des mains plus habiles, ne tardera peut-être pas à être fécondée.

» *Note.* — Je saisirai cette occasion pour rectifier une inadvertance impardonnable qui m'est échappée dans l'ouvrage que j'ai eu l'honneur d'offrir, l'année dernière, à l'Académie (*Compte rendu* de la séance du lundi 27 juillet 1840, tome XI, page 134), et qui est intitulé : *Mémoire sur la stabilité des revêtements et de leurs fondations* (Extrait du treizième numéro du *Mémorial de l'officier du Génie*, art. 95 et suivants), en cherchant à expliquer, par la théorie élémentaire du coin ou du plan incliné, l'origine des règles de construction qui nous ont été léguées par le maréchal de Vauban, pour la détermination de l'épaisseur des revêtements de la fortification. Cette inadvertance, qui n'influe en rien sur les résultats ou rapprochements définitifs que je voulais établir, consiste en ce que j'ai supposé la force horizontale, nécessaire pour retenir, sur sa face en talus, le prisme de terre qui produit la poussée, proportionnelle au rapport de la base à la hauteur de ce prisme; c'est véritablement à la valeur inverse du même rapport que la poussée horizontale reste proportionnelle dans l'hypothèse où il n'y a pas frottement, de sorte qu'elle devient complétement indépendante de l'angle inférieur du prisme, et la même que pour les liquides. Dès-lors, pour expliquer la règle de Vauban, ce n'est plus la tangente de l'angle du prisme qu'il faut supposer réduite à $\frac{1}{2}$, mais bien la racine carrée de son poids ou de sa densité; ce qui revient à peu près au même et ne change rien aux conséquences. Cette manière de raisonner diffère d'ailleurs de celle qui a été employée par Bélidor, page 32 de la *Science des Ingénieurs*, publiée en 1729, en ce que c'est le poids du prisme à 45° ou *naturel*, qu'il réduit à moitié pour tenir compte des effets physiques du frottement des terres. Mais, quoique Bélidor considère cette réduction comme fondée sur le résultat d'observations expérimentales non définies par lui, il n'en est pas moins vrai qu'elle double, au fond, l'estimation de la poussée qui dérive de la règle de Vauban, et, *à fortiori*, celle qui est fournie par la théorie de Coulomb. Je ne pense pas, d'ailleurs, que des rapprochements de cette espèce, entre les principes qui ont pu diriger les inventeurs des règles que nous possédons sur la stabilité des édifices, doivent être considérés, en eux-mêmes, comme sans intérêt pour l'histoire et les progrès de la science. »

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur la conservation des viandes alimentaires; par M. Gannal.*

(Commissaires, MM. Thenard, Magendie, Dumas, Séguier.)

L'auteur commence par faire ressortir quelques-uns des inconvénients que présentent les méthodes le plus généralement employées pour la conservation des viandes; il fait remarquer que, quelle que soit la substance préservatrice que l'on emploie, on trouvera de grands avantages à l'introduire par injection, au lieu de la faire pénétrer lentement, comme dans les procédés ordinaires de salaison, par une imbibition du dehors au dedans :

« Par l'injection, on obtiendra, outre l'économie de temps et d'argent, une répartition uniforme de la substance conservatrice, tandis que par la macération, surtout si l'on agit sur de grosses pièces, les parties voisines de la périphérie devront être sursaturées de cette substance avant que les parties intérieures en aient reçu la proportion nécessaire pour prévenir leur décomposition. »

Se livrant ensuite à l'examen des substances qu'on pourrait employer à la place du sel commun, M. Gannal passe en revue les sels solubles d'alun, substances qui toutes jouissent de la propriété de prévenir le développement de la fermentation putride dans les matières animales, mais dont quelques-unes communiqueraient à ces viandes, soit des propriétés nuisibles, soit une saveur déplaisante. Aucun de ces inconvénients n'existe, suivant M. Gannal, dans le chlorure d'aluminium.

« J'étais, dit-il, théoriquement convaincu que la chair conservée par ce sel à l'état de pureté, ne devait point avoir de goût, parce que, d'une part, la quantité employée pour la conservation est, relativement, fort petite, et qu'ensuite, de la réaction qui devait s'opérer, il ne pouvait résulter qu'une petite quantité de chlorure de potassium, de sodium et de calcium, sels que nous employons journellement dans nos ménages, dans le sel gris qu'on consomme dans nos cuisines. Quant à la portion d'alumine introduite et combinée à la matière animale, cette substance se trouve en si faible proportion, qu'on ne doit point s'y arrêter.

» L'alun est employé en médecine, et ce sel agit comme astringent; mais

dans ce cas la terre argileuse est combinée à un acide, tandis que dans la viande il n'est plus qu'en poudre terreuse, sans action sur l'économie animale. A ce sujet, on peut affirmer que les habitants des bords de la Seine, qui boivent de l'eau de ce fleuve au moins la moitié de l'année, avalent journellement dix fois plus de terre alumineuse qu'ils n'en prendraient en mangeant habituellement de la viande préparée par mon procédé.

» Des essais sur le degré de concentration que je devais donner à mon liquide pour assurer la conservation des viandes, sans ajouter inutilement une trop forte proportion de sel, m'ont montré que la solution convenable doit marquer 10° à l'aréomètre de Baumé. Or 1 kilogramme de sel, tel que le prépare aujourd'hui M. Guérin, suffit pour 6 litres d'eau; il faut de 9 à 12 litres de ce liquide pour la conservation d'un bœuf, c'est-à-dire qu'on emploie 1 kilogramme $\frac{1}{2}$ à 2 kilogrammes de sel.

» Quant à la pratique de l'opération, elle est très simple. Lorsque l'animal est abattu par un coup sur le front, on lui ouvre la carotide et la jugulaire d'un côté, en faisant une incision depuis le larynx jusqu'au-dessous des deux vaisseaux que nous venons de désigner; puis, par un mouvement brusque, on soulève l'instrument tranchant qui sectionne toutes les parties et permet au sang de s'échapper en totalité.

» Quand le sang a cessé de couler, on introduit de haut en bas un siphon dans la carotide, on fait une ligature à la partie supérieure pour éviter l'écoulement du liquide, on fait la ligature des deux ouvertures de la jugulaire, puis on introduit l'injection.

» L'instrument le plus convenable pour cette opération est un tube de toile imperméable de 2 mètres de longueur, de 3 centimètres de diamètre en bas et de 5 à 6 centimètres en haut, lequel tube doit être fixé au siphon qui est en bois ou en corne.

» Aussitôt qu'on s'aperçoit que l'animal est bien injecté, c'est-à-dire quand il n'entre plus de liquide d'une part et que de l'autre on voit les veines sous-cutanées bien gonflées, on serre le tube entre les deux doigts et avec une légère pression on descend le long de la colonne; par ce moyen on peut augmenter la quantité de liquide dans l'intérieur du corps de l'animal. Enfin on fait une ligature au-dessous du siphon, puis on le retire : vingt minutes après cette opération on écorche l'animal, puis on le vide, et enfin on le divise par les procédés ordinaires; mais on n'a plus besoin d'enlever les os et la graisse, comme dans les procédés de salaison.

» Quand l'animal a été bien saigné et l'injection bien faite, on s'aper-

çoit à peine que l'animal ait été l'objet d'une préparation. Le seul point où l'injection laisse des traces, c'est dans les poumons, qui sont flétris et décolorés.

» Lorsque l'animal est divisé et étalé à l'air, on laisse la chair dans cet état pendant un temps suffisant pour qu'elle puisse se refroidir; la seule précaution à prendre c'est d'éviter que les mouches ne puissent y venir.

» La viande qu'on desire conserver un certain temps ne demande pas d'autre préparation; il suffit de la pendre dans un endroit sec et aéré. Quand on a l'intention de garder la viande plus d'une quinzaine de jours, il faut laver la chair dans un bain composé d'une solution à 10 degrés de chlorure de sodium et d'égale quantité de solution de chlorure d'aluminium. Lorsque ce lavage est terminé, on applique la viande à sa destination. Celle qui doit être séchée sera appendue dans une chambre chauffée au moyen d'un courant d'air chaud ou d'air chargé de fumée de bois, ou enfin pendue à l'air libre; mais dans ce cas on doit prendre des précautions contre les mouches.

» Lorsque cette viande est séchée, il suffit de l'emballer dans des tonneaux hermétiquement fermés et placer ceux-ci dans un lieu sec.

» Pour employer cette viande, il suffit de la faire macérer pendant vingt-quatre heures, et comme elle n'est pas salée, le gonflement peut facilement s'opérer dans l'eau de la mer.

» Quand on veut conserver la viande fraîche, on l'empile dans des barriques, comme cela se pratique dans les ateliers de salaison de la marine; quand la tonne est pleine on la ferme, puis on remplit de solution saturée de chlorure de sodium, du mélange qui a servi au lavage, ou encore simplement avec du sel sec (chlorure de sodium). Les trois moyens m'ont donné de bons résultats.

» Ce bain ne contribue que fort peu à la conservation, mais il empêche la végétation des bissus; sans cette précaution la viande se moisirait.

» Dans les essais que j'ai faits, une barrique a été ouverte après trois mois pour en extraire un gigot de mouton qui a été rôti, mangé et trouvé fort bon par douze convives; mais la barrique ayant été mal fermée, le liquide du bain s'est perdu et la viande restée à sec s'est couverte de moisissure, mais ne s'est point décomposée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉDECINE. — *Traitement de la surdi-mutité, de la surdité, de la phthisie gutturale ou phthisie acquise et de diverses affections nerveuses par la cautérisation pharyngienne et par d'autres médications secondaires adjuvantes ;* par M. **Ducros**.

(Commissaires, MM. Magendie, Becquerel, Breschet.)

« Tous les cas de surdité, dit l'auteur, ne sont pas susceptibles de guérison ; aussi, avant de pratiquer la cautérisation, est-il nécessaire de bien établir le diagnostic. Le signe qui, dans ce cas, me sert de guide, est le développement d'une douleur assez vive dans l'oreille, lorsqu'on porte l'index sur la trompe d'Eustache. La douleur est l'indice certain que la sensibilité du nerf auditif peut être réveillée. L'opération chirurgicale, qui est fort simple et très prompte, donne instantanément aux nerfs auditifs une sensibilité dont il faut ensuite réprimer l'excès au moyen de médications appropriées. »

M. **Pelletan** prie l'Académie de vouloir bien se faire rendre compte d'un nouveau système de dessiccation ou évaporation qu'il a imaginé et d'où résulte, dit-il, une grande économie pour le combustible. Il annonce que ses appareils sont tout montés et en mesure de fonctionner sous les yeux de la Commission à l'examen de laquelle ils seront soumis.

(Commissaires, MM. Arago, Dumas, Regnault.)

M. **Phillips** adresse une Note sur les résultats d'une opération qu'il a récemment pratiquée, sur un jeune homme âgé de seize ans, affecté d'une forte *déviation de l'angle gauche de la bouche,* déviation due à une *rétracture congéniale du muscle orbiculaire des lèvres*. La section de ce muscle pratiquée à l'intérieur de la joue a fait disparaître instantanément cette difformité.

M. Phillips adresse aussi une réclamation de priorité relative à *l'action des muscles moteurs de l'œil pour produire dans certains cas de strabisme une myopie qui se guérit par la section des muscles rétractés.* M. Phillips cite à l'appui de sa réclamation une lettre qu'il avait adressée à l'Académie au mois de juillet 1840, et qui a été insérée en entier dans le *Compte*

rendu, ainsi qu'une brochure qu'il annonce avoir publiée au mois de décembre de la même année, et dont un exemplaire est joint à sa lettre.

(Renvoi à la Commission chargée de l'examen de la Note de M. J. Guérin.)

M. Caron du Villards écrit aussi relativement à la question de priorité touchant la myopie produite par la contraction des muscles.

« J'ai publié, dit-il, dans la *Revue scientifique* de M. Quesneville, numéro de janvier, le résumé d'expériences faites en 1801 par sir Everard Home, expériences destinées à prouver que l'adaptation de l'œil pour la vue distincte à des distances différentes consiste en un changement des rapports du cristallin avec la cornée transparente, dont il s'éloigne ou se rapproche sous l'influence de l'allongement ou de l'aplatissement de la cornée, en vertu de l'action des quatre muscles droits de l'œil.

» De la connaissance de ces expériences et de celle des modifications subies par la vue à la suite de l'opération du strabisme, j'ai conclu que la *seule théorie qui pût rendre raison de cette modification était celle expliquée par les changements que subit la cornée à la suite de la section des muscles.* »

(Renvoi à la même Commission.)

M. Millet écrit qu'il renonce à la réclamation de priorité qu'il avait élevée à l'occasion des expériences de M. *Boucherie*, sur la conservation des bois.

« Lorsque j'ai écrit à ce sujet à l'Académie, dit M. Millet, j'ignorais que M. Boucherie eût adressé une demande en brevet d'invention pour les procédés mentionnés dans son Mémoire du 15 février. Je n'avais point entrepris mes expériences, ajoute-t-il, dans le but d'en faire l'objet d'une spéculation industrielle, c'était là une question en dehors de mes goûts, de mes études et même de mes fonctions dans l'administration des forêts; aussi, pour ne laisser aucun doute à cet égard, je viens d'adresser à M. le ministre du Commerce ma renonciation aux demandes en brevets d'invention et de perfectionnement que j'avais formées. »

Une copie de cette renonciation est jointe à la lettre de M. Millet.

CORRESPONDANCE.

Tératologie végétale, ou Histoire abrégée des anomalies de l'organisation dans les végétaux; par M. **Moquin-Tandon.**

« Il y a quelques mois j'ai eu l'honneur, dit M. Auguste de Saint-Hilaire, de présenter à l'Académie un ouvrage de botanique descriptive dû à M. Moquin. Le même auteur me prie de lui faire hommage aujourd'hui d'un livre fort différent, où il traite un sujet éminemment philosophique, l'histoire des anomalies végétales. Pendant les deux derniers siècles on a cité dans les recueils scientifiques une foule de faits anomaux, mais on n'avait pas su les lier entre eux. C'est ce que fait aujourd'hui M. Moquin-Tandon: il s'attache à prouver que les anomalies végétales peuvent être ramenées à des principes communs, et montre que les lois qui régissent ces anomalies ne sont autres que celles de l'organographie. Non-seulement le livre de M. Moquin sera consulté avec fruit par les savants, mais il est assez bien rédigé pour être lu avec plaisir par les hommes qui ne se seraient point appliqués à la botanique d'une manière spéciale. »

M. **d'Hombres-Firmas** adresse la description et la figure de deux *Térébratules* qu'il désigne sous les noms de *T. contracta* et *T. contracta triplicata*. Ces deux térébratules se trouvent, et la seconde plus communément que la première, dans les environs de Bérias (Ardèche), dans les couches inférieures de la Marne et les couches supérieures du lias.

M. **Jomard**, membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, transmet un programme relatif au monument que la ville d'Auxerre, ville natale de Fourier, élève à la mémoire de ce savant. Le registre qui doit recevoir les noms des souscripteurs est déposé au secrétariat.

chimie organique. — *Nouvelles recherches sur l'indigo; par* M. **Auguste Laurent.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie l'extrait d'un travail que j'ai entrepris sur l'indigo, et pour lequel je desire aujourd'hui prendre date, le grand nombre de nouvelles combinaisons que j'ai obtenues ne me permettant pas encore de prévoir l'époque à laquelle ce travail pourra être terminé.

» La composition de l'indigo a été déterminée par M. Dumas, qui l'a représentée par cette formule

$$C^{32} H^{10} O^{2} Az^{2}.$$

» Suivant M. Erdmann, l'indigo renfermerait moins d'oxigène, et sa formule devrait être

$$C^{64} H^{20} O^{3} Az^{4}.$$

» En adoptant le nouveau poids atomique du carbone donné par MM. Dumas et Stas, ces formules ne peuvent pas s'accorder avec les résultats de l'expérience; elles offrent un centième de carbone de trop.

» J'ai analysé de l'indigo sublimé, parfaitement pur, par les nouvelles méthodes analytiques, et j'ai trouvé que sa composition pouvait se représenter exactement par la formule à laquelle M. Dumas avait été conduit en adoptant l'ancien poids atomique du carbone.

» En oxidant l'indigo, j'ai découvert un nouveau corps cristallisé en gros prismes rouges, semblables à ceux du ferro-cyanure rouge de potassium. Je le nomme *isatine;* sa composition se représente par

$$C^{32} H^{10} Az^{2} O^{4},$$

c'est-à-dire par de l'indigo plus 2 atomes d'oxigène. Cette formule, comme on le voit, ne s'accorde pas avec la théorie des substitutions, car il faudrait qu'elle pût se représenter ainsi

$$C^{32} H^{8} Az^{2} O^{3} + H^{2} O;$$

mais ce corps ne renferme pas d'eau, au contraire, il en absorbe 1 atome sous l'influence des bases, en se transformant en un nouvel acide que je nomme *isatique* et dont la formule dans les sels se représente par

$$C^{32} H^{12} Az^{2} O^{5}.$$

» L'isatine et l'ammoniaque donnent naissance à plusieurs composés, et entre autres à un nouvel acide qu'on le peut regarder comme une combinaison de 1 ½ atome d'isatine avec 1 atome d'eau,

$$C^{48} H^{17} Az^{3} O^{7}.$$

» L'isatine et le chlore donnent naissance à deux corps remarquables

découverts par M. Erdmann en faisant réagir le chlore sur l'indigo sous l'influence de l'eau, la *chlorisatine* et la *bichlorisatine.*

» La première aurait pour formule, d'après M. Erdmann,

$$C^{32}H^{8}Az^{2}O^{3}Cl^{2},$$

et la seconde

$$C^{32}H^{8}Az^{2}O^{3}Cl^{4}.$$

Suivant mes analyses, la chlorisatine se représenterait par

$$C^{32}H^{8}Az^{2}O^{4}Cl^{2},$$

et la bichlorisatine par

$$C^{32}H^{6}Az^{2}O^{4}Cl^{4}.$$

Le brome et l'isatine m'ont donné les mêmes composés que ceux qui ont été découverts par M. Erdmann en faisant réagir le brome sur l'indigo.

» La bibromisatine, suivant M. Erdmann, serait représentée par cette formule

$$C^{32}H^{8}Az^{2}O^{3}B^{4},$$

et d'après mes analyses il y aurait 2 atomes d'hydrogène de moins.

» Enfin, depuis fort long-temps j'ai annoncé le premier que, en général, les corps obtenus par substitution équivalente devaient être isomorphes. M. de Laprovostaye nous a donné le premier exemple à l'appui de cette idée, en faisant connaître l'isomorphisme de l'oxaméthane et du chloroxaméthane. J'ai trouvé que l'isatine et la chlorisatine avaient exactement les mêmes angles. Voilà déjà deux exemples remarquables, mais ce ne sont pas les seuls; j'en donnerai d'autres dans mon prochain Mémoire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Lettre de* M. J. LIEBIG *à* M. Prosper Denis, de Commercy, *sur l'albumine, la fibrine, la matière blanche des globules du sang et la caséine.* (Communiquée par M. *Liouville.*)

» Enfin j'ai la satisfaction de vous annoncer que toutes vos expériences sur la fibrine et sur l'albumine, relativement à leur identité et à leur composition, ont été trouvées très exactes. Nous sommes parvenus à dissoudre entièrement de la fibrine pure dans une solution saturée de nitre, en les tenant ensemble à une température voisine de 50 à 56° centig. La

fibrine devient d'abord gélatiniforme et ne laisse que quelques flocons insolubles. Le liquide filtré possède toutes les propriétés de l'albumine. Je le répète, nous avons réussi sans emploi d'alcali caustique, ce qui me semblait d'abord indispensable et décisif. Nous avons aussi remarqué que la fibrine bouillie ne se dissout pas. La composition de la fibrine dissoute (changée en albumine liquide) était exactement celle de la fibrine et de l'albumine ordinaire. La formule

$$C^{48}H^{74}N^{14}O^{11}$$

exprime la proportion relative de ses éléments.

» Nous avons également réussi à précipiter l'albumine sous forme de globules, en ajoutant une suffisante quantité d'eau à du sérum rendu neutre par un acide; et nous sommes parvenus à retirer de la fibrine des globules du sang, d'après le procédé que vous avez indiqué.

» En ajoutant à de l'albumine un peu de potasse caustique, on l'a précipitée sous forme et avec les propriétés de la caséine, au moyen de l'alcool.

» Je me félicite, Monsieur, d'avoir pu contribuer un peu à mettre hors de doute vos importantes découvertes. Je m'occupe d'un Mémoire dans lequel je vais développer les analyses qui ont été entreprises pour cet objet.

Composition de la fibrine, rendue soluble d'après la méthode de M. Prosper Denis, et précipitée de sa dissolution nitrée par l'alcool froid, et traitée par l'alcool et l'éther bouillants.

	1re analyse.	2e analyse.	3e analyse.	
Carbone	54,508	55,002	54,511	Matière incombustible ou cendres, 1,351 p. 100.
Hydrogène	6,874	7,280	6,974	Rapport du carbone à l'azote, :: 7 : 1.
Azote	18,032	18,197	18,037	
Oxigène	20,586	19,521	20,478	

Fibrine du sang, traitée directement par l'eau, l'alcool froid, l'alcool et l'éther bouillants, sans dissolution préalable.

Carbone	54,988	C : N = 7 : 1.
Hydrogène	6,876	
Azote	18,190	
Oxigène	19,946	

Albumine préparée en dissolvant dans l'eau du sérum desséché à l'air libre à la température ordinaire, la précipitant ensuite par l'alcool froid, et la purifiant par l'éther bouillant.

	1re analyse.	2e analyse.	
Carbone.......	54,726	54,765	C : N = 7 : 1.
Hydrogène.....	7,312	7,065	
Azote........	18,105	18,118	
Oxigène.......	19,857	20,052	

Sérum du sang, traité sans dissolution préalable, par l'alcool froid et l'éther bouillant.

Carbone.......	55,233	C : N = 7 : 1.
Hydrogène.....	7,156	
Azote.........	18,275	
Oxigène........	19,336	

» Toutes ces analyses ont été faites au laboratoire de Giessen, par M. le Dr Scherer. J'y ai pris toute la part nécessaire pour en assurer l'exactitude. »

M. **Julia de Fontenelle** rappelle qu'en 1834, on a mis sous les yeux de l'Académie des grains de blé qui avaient été trouvés dans la démolition d'une maison du quai de la Grève, et qui semblaient avoir été soumis à l'action du feu. M. Julia de Fontenelle soutint en effet à cette époque que l'altération qu'ils présentaient était due à cette cause. M. Lassaigne, au contraire, ayant reconnu dans ces grains une grande quantité d'acide ulmique, combiné avec un peu de chaux et une petite proportion d'ammoniaque, ne vit là que l'effet d'une décomposition lente à laquelle n'avait point eu de part l'action du feu. Cette opinion est celle qu'adopte aujourd'hui M. Julia de Fontenelle, qui y a été ramené par l'observation du changement qui s'est opéré dans des blés renfermés en vases clos et conservés par lui pendant plusieurs années. A sa Lettre est joint un échantillon des grains qui présentent cette décomposition.

M. **de Paravey** écrit relativement à certains passages des auteurs chinois, sur les pays d'où provenait le succin qu'on employait en Chine. D'après quelques indications générales sur cette contrée, mais surtout d'après le nom que lui donnent certains auteurs, M. de Paravey croit y reconnaître la Volhynie.

L'Académie accepte le dépôt d'un paquet cacheté portant pour suscription :

Exposé de nouvelles applications de la thérapeutique du traitement de l'aliénation mentale, de l'épilepsie et de quelques affections nerveuses périodiques; par MM. **Fourcault** *et* **F. Voisin**;

Exposé d'une série d'expériences physiologiques sur les anomalies de la circulation capillaire et des secrétions; par M. **Fourcault.**

A 4 heures $\frac{1}{2}$ l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie entend le rapport de la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie sur les pièces adressées pour le concours.

Les conclusions du rapport sont :

1°. D'accorder un prix de la valeur de 6000 francs à M. **Tanquerel des Planches**, pour son *Traité des Maladies saturnines;*

2°. D'accorder, à titre d'indemnité et d'encouragement, une somme de 4000 francs à M. **Amussat**, pour ses *Recherches sur l'introduction accidentelle de l'air dans les veines.*

Dans la séance du lundi 4 janvier 1841, l'Académie avait entendu le rapport sur les pièces adressées au concours pour le prix de Physiologie expérimentale.

Les conclusions de ce rapport sont que le prix soit accordé à M. **Chaussat**, pour son Mémoire intitulé : *Recherches expérimentales sur l'inanition;*

Et qu'une mention honorable soit accordée à M. **Lecanu**, pour ses nouvelles *recherches sur l'urine humaine;*

Enfin, on réserve pour le concours de 1841 un Mémoire de M. **Matteucci**, sur les *phénomènes électriques des animaux.*

La séance est levée à 5 heures.

F.

ERRATA.

(Séance du 15 mars 1841.)

Page 457, ligne 32, au lieu de *très suffisamment*, lisez *suffisamment*

Page 479, ligne 10, après le titre du Mémoire de M. Steiner, *ajoutez* le nom des Commissaires : MM. Cauchy, Sturm, Liouville.

Page 482, ligne 32, après la Note de M. Dupuit, *ajoutez :* Renvoi à la Commission nommée pour le Mémoire de M. Morin.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 11, in-4°.

Introduction à la Mécanique industrielle physique ou expérimentale; par M. PONCELET; 2e édit., in-8°.

Traité clinique des maladies du Cœur; par M. BOUILLAUD; 2 vol. in-8°.

Préleçons de Pathologie expérimentale. — Première partie : Observations et expériences sur l'Hypérémie capillaire; par M. DUBOIS, d'Amiens; 1841, in-8°.

Éléments de Tératologie végétale ; par M. MOQUIN-TANDON; 1841, in-8°.

Description physique du département du Cher; par M. FABRE; in-8°.

Du Strabisme; par M. PHILLIPS; in-8°.

Considérations pratiques sur l'opération du Strabisme; par M. CARRON DU VILLARDS, oculiste. (Extrait *de la Revue scientifique et industrielle* du Dr Quenesville.) In-8°.

Sixième addition à l'Exposition du principe et des propriétés de la Turbine-Passot; in-4°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; mars 1841, in-8°.

Revue critique des Livres nouveaux; rédigée par M. CHERBULIEZ; n° 3, 1841, in-8°.

Mémorial encyclopédique; février 1841, in-8°.

Journal de Pharmacie et des Sciences accessoires; mars 1841, in-8°.

L'Investigateur, journal de l'Institut historique; février 1841, in-8°.

Notice sur les Travaux de la Société de Médecine de Bordeaux; par M. BURGUET; 1840, in-8°.

Journal de Médecine pratique, ou Recueil des travaux de la Société de Médecine de Bordeaux; janvier à décembre 1840, in-8°.

Programme des Prix de la Société de Médecine de Bordeaux; in-8°.

Einige.... *Quelques remarques concernant l'ouvrage du Dr J. Liebig, intitulé : La Chimie organique dans ses applications à l'Agriculture et à la Physiologie; par* M. BERGSMA, in-8°.

Sulla.... *Remarques sur un point de la nouvelle doctrine de M. Pelle-*

tier, relativement à l'influence électro-chimique des différentes terres sur la végétation; par M. ZANON; Bellune, 1840.

Intorno.... *Considérations sur la méthode pour donner la consistance pierreuse aux corps des animaux; par* M. SANDI; Bellune, 1839, in-8°. (M. *Pelletier* est prié de faire de cet ouvrage, ainsi que du précédent, l'objet d'un rapport verbal.)

Gazette médicale de Paris; tome 9, n° 12.

Gazette des Hôpitaux; n° 34—36.

L'Expérience; n° 194.

La France industrielle; n° 194.

Le Magnétophile; 3ᵉ année, 14 mars 1841, in-8°.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 MARS 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Extrait d'une Monographie de la famille des Malpighiacées; par* M. ADRIEN DE JUSSIEU.

L'auteur commence par exposer tous les travaux dont cette famille a été l'objet et parmi lesquels se trouve un Mémoire qu'il avait lui-même soumis à l'Académie en 1831. Dans ce Mémoire il avait proposé quelques idées sur la théorie de la fleur en général, et sur les causes d'irrégularité qui dépendent de la position même des parties. Ces idées ont été modifiées par tous les travaux qui depuis ont éclairé la phyllotaxie, c'est-à-dire la connaissance des lois que suit la position des feuilles et des organes analogues. Nous nous contenterons d'insérer ici les conclusions qui terminent une assez longue discussion sur ce sujet.

« Pour me résumer, dit-il, je penche à croire que dans un grand nombre de fleurs à préfloraison imbriquée la combinaison des parties est la même que celle des feuilles sur la tige; que cette combinaison est telle que les

parties alternent de trois en trois, de cinq en cinq,....; qu'elle peut être dissimulée par la tendance naturelle des parties à se déplacer en se jetant du côté où elles trouvent de l'espace libre, d'où résulte une alternance plus exacte d'un quinconce au suivant; que le raccourcissement et la petitesse de l'axe floral favorisent l'action de cette tendance en laissant moins de champ aux développements, et qu'elle peut ainsi altérer les rapports de situation des parties et même les intervertir de manière que l'une se substitue à l'autre; que l'obliquité de l'axe de la fleur, par rapport à celui du pédoncule, amène presque nécessairement quelques-unes de ces substitutions; que l'inégalité des conditions des différentes parties d'une fleur, par suite de ces divers rapports de position est une cause naturelle d'irrégularité. »

« L'auteur termine la lecture de cette première partie de son Mémoire, par l'examen des tiges des Malpighiacées et compare leurs lianes avec celles d'autres familles.

» La tige des Malpighiacées est constamment ligneuse, mais de dimensions fort diverses, puisqu'elle offre tous les degrés intermédiaires entre les plus humbles sous-arbrisseaux (*Dinemandra, Camarea...*) et les arbres de la taille la plus élevée (*Byrsonima...*). Elle se présente sous deux formes différentes, tantôt se soutenant par elle-même, tantôt ayant besoin d'un appui auquel elle s'enlace. Cette double forme s'observe dans certains genres; mais il y en a où la même se trouve dans toutes les espèces. En général, tous les genres à fruit charnu, et par conséquent la plupart des Malpighiées, sont des arbres ou des arbrisseaux, tandis que la plupart des genres à fruit ailé, des Banistériées et Hiræées, sont des lianes.

» Le nombre de ces tiges que j'ai eues à ma disposition est beaucoup trop peu considérable, pour qu'il me soit permis de tirer de leur étude rien de général. Je me contenterai donc d'en décrire quelques-unes, en proposant les inductions que permettent des matériaux aussi incomplets.

» Je citerai comme exemple de tige arborescente celle du *Byrsonima coccolobæfolia* dont j'ai sous les yeux des tronçons de 16 et de 5 centimètres de diamètre. Dans ces derniers l'écorce a à peu près un demi-centimètre d'épaisseur. Le bois s'éloigne peu de la structure la plus ordinaire. Du centre occupé par une moelle ayant de diamètre 1 ½ millim. partent de nombreux rayons médullaires formés par une ou deux rangées de cellules et d'une épaisseur uniforme dans toute leur étendue. Leurs intervalles sont occupés par des séries de tubes ponctués que séparent des amas de fibres ligneuses disposées également en séries et reconnaissables sur la coupe à leur couleur plus

foncée que celle des autres parties, couleur que détermine l'épaisseur de leurs parois beaucoup plus grande relativement à leur cavité. La section horizontale montre à peu près une dixaine de cercles concentriques plus ou moins nettement dessinés par des zones alternativement plus claires et plus foncées. Dans les premières la proportion des vaisseaux est plus grande; dans les secondes c'est celle des fibres ligneuses. Je n'ai pu y apercevoir aucune autre différence.

» De minces lanières du *Bunchosia nitida* m'ont montré tous les mêmes organes élémentaires disposés de même.

» Les tiges des lianes s'éloignent en général beaucoup plus des formes auxquelles nous sommes habitués et ont dû par conséquent m'occuper davantage. Il paraît que dans plusieurs espèces cette tige s'élève d'abord sans soutien comme celle d'un autre arbrisseau, mais que plus tard ses rameaux flexibles en cherchent un sur lequel ils s'appuient ou s'enroulent. Cette diversité dans le port d'une même plante à deux époques diverses de son existence expliquerait des contradictions apparentes dans les descriptions des voyageurs. Tel semble être le cas en particulier pour l'*Hiptage madablota*, que Sonnerat représente comme un arbuste, Roxburgh comme grimpante. Un tronçon de 9 centimètres de diamètre envoyé au Muséum par M. Wallich a évidemment appartenu à une liane. L'ouverture de ses tubes ponctués, béante sur la coupe horizontale, est beaucoup plus considérable que dans le *Byrsonima* précédemment examiné. Des couches concentriques y sont assez visibles, au nombre d'une quinzaine à peu près.

» Une branche de l'*Heteropterys laurifolia* de 4 centimètres de diamètre, dans lequel l'écorce épaisse et fendillée entre pour un quart, a le contour assez régulièrement arrondi, mais pas de traces de couches concentriques. L'ouverture de ses vaisseaux indique leur grand volume.

» Presque toutes les autres Malpighiacées grimpantes dont j'ai vu des branches un peu âgées se font remarquer par les sinuosités profondes du contour de leur portion ligneuse. Tantôt ces sinuosités se reproduisent extérieurement et l'écorce mince s'applique sur le bois qu'elle suit dans toutes les inégalités de sa surface (*Heteropterys anomala*), tantôt et plus souvent elles ne se manifestent au-dehors que par des sillons ou des cannelures plus ou moins superficielles, et intérieurement le tissu cortical remplit les interstices des lobes formés par le tissu ligneux. Les lianes les plus grosses ont une forme plus bizarre, celle d'un câble composé de plusieurs cordes tordues ensemble. Elles sembleraient au premier aspect résulter du rapprochement intime et de la torsion de plusieurs branches; mais un examen

plus attentif ne permet pas de conserver cette opinion, puisque, si chacune de ces prétendues branches a son écorce, celle dont la position est centrale par rapport aux autres, a seule une moelle et un étui médullaire.

» Pour se rendre compte d'une manière parfaitement satisfaisante de cette organisation, il faudrait suivre une de ces lianes dans ses changements progressifs, depuis la terminaison des branches nouvelles jusqu'à l'origine de la tige. Malheureusement les voyageurs n'ont pu nous rapporter que des fragments pris à une plus ou moins grande hauteur; et, d'une autre part, les lianes cultivées dans nos serres n'y trouvent pas les conditions propres à un entier développement. J'ai essayé néanmoins de suivre sur ces dernières tous les premiers changements qui me conduisaient jusqu'à une certaine période, dont je trouvais l'analogue sur des échantillons conservés dans nos collections sèches, puis sur ceux-ci la série des changements ultérieurs.

» J'ai donc pris une tige du *Stigmaphyllon emarginatum* ayant acquis déjà plus de 1 centimètre d'épaisseur, et terminée, après un trajet de 2 mètres environ, par des rameaux herbacés, et j'ai commencé mes études par ceux-ci, dont l'examen microscopique m'a montré une structure assez semblable à celle de beaucoup d'autres végétaux, savoir : une écorce formée de dehors en dedans par une rangée de cellules transparentes, dont quelques-unes, plus petites, se groupent de distance en distance, et laissent entre elles un petit vide occupé par la base d'un poil; au-dessous, par une seconde rangée de cellules beaucoup plus grandes, à peu près cubiques et également vides; puis par une couche composée d'une douzaine de rangées de cellules contenant de la chlorophylle. Le milieu de cette couche est traversé, à des intervalles rapprochés, par des faisceaux larges et droits de filets très longs et très grêles de liber. La portion ligneuse présente à son centre une moelle qui en forme à peu près la moitié; puis de dedans en dehors des vaisseaux spiraux et des vaisseaux ponctués, séparés entre eux par des fibres de deux sortes, les unes libres et assez semblables à celles du liber, quoique plus grosses et moins longues, les autres ponctuées. La spire est double ou simple dans les trachées. Les vaisseaux ponctués se composent, suivant l'usage, d'une série de gros utricules cylindriques ouverts à leurs extrémités et superposés, qu'on sépare facilement par l'ébullition dans l'acide nitrique.

» A ces deux premières couches d'écorce et de bois, viennent plus tard s'en ajouter successivement d'autres : les premières, remarquables par l'absence du liber; les secondes, dépourvues de trachées et munies de vais-

seaux ponctués d'un plus fort calibre. La disposition par couches est bien marquée dans l'écorce, quoiqu'elle soit assez irrégulière; mais elle s'efface presque complétement dans le bois, qui s'avance très inégalement dans tous les sens, de manière que son contour, sur lequel se moule la couche corticale la plus interne, forme une suite d'angles saillants et rentrants.

» Voici ce que présentait, de l'intérieur à l'extérieur, la tige à l'état le plus avancé que j'aie pu soumettre à mon examen : 1° un cylindre de moelle (moins de 1 millimètre de diamètre); 2° le corps ligneux (8 à 10 millimètres), sinueux dans son contour extérieur, qui présente en saillie plusieurs angles mousses ou aigus : ce bois est formé par des vaisseaux ponctués à divers états de développement, les plus avancés, d'un très gros calibre et formant un canal continu, par des fibres fusiformes également ponctuées et par d'autres fibres plus nombreuses, plus longues et plus grêles, dont les téguments lisses et épais sont ordinairement emboîtés au nombre de deux. De plus, des rayons médullaires, formés le plus souvent par une seule rangée de cellules qui ont la forme d'un parallélépipède rectangle et des parois assez épaisses et ponctuées, se dirigent du centre à la circonférence, quelquefois suivant une ligne droite non interrompue, mais le plus souvent suivant une ligne brisée, et ils sont coupés transversalement par d'autres lignes de même composition, flexueuses et irrégulièrement concentriques. 3° Le corps cortical (2 à 4 millimètres d'épaisseur), formé de deux portions assez distinctes en apparence: l'une intérieure, plus compacte et plus pâle, presque de la teinte du tissu ligneux sur lequel elle s'applique; l'autre extérieure, subériforme, brunâtre, inégale et fendillée en dehors, composée de plusieurs (5 à 6) couches que délimitent des lignes plus foncées. La première paraît être la couche la plus récente qui, en vieillissant, prendra sans doute l'apparence de celles qui l'ont précédée et l'enveloppent. Toutes ces couches sont purement cellulaires, excepté la plus extérieure et la plus ancienne, dans l'intérieur de laquelle on trouve éparses les fibres du liber, et la seule par conséquent où il paraît s'en être formé. Les cellules ne sont pas toutes de même forme et de même grandeur: les plus extérieures dans chaque couche, celles qui dessinent les lignes de démarcation, sont des octaèdres rectangulaires plus ou moins réguliers, disposés eux-mêmes par couches concentriques d'une seule rangée qui se séparent facilement après l'ébullition dans l'acide nitrique : la forme des autres se rapproche plus du dodécaèdre. Les premières sont presque vides; les secondes, incrustées

d'une matière solide, variant du brun au jaune et au blanchâtre, suivant les différents points, qui en empruntent leur couleur.

» Une branche un peu plus petite que la précédente (6 à 7 millimètres), prise sur une autre liane de la même famille, le *Tetrapterys Guilleminiana*, montre avec elle des rapports importants, et en même temps quelques différences assez notables. Ainsi le corps ligneux est de même lobé dans son contour; mais ici il l'est très régulièrement, de manière à former une colonne à huit cannelures, colonne torse, à cause de la direction spirale de celles-ci. L'écorce mince offre huit sillons extérieurs correspondant aux cannelures, mais beaucoup moins profonds qu'elles; car, s'avançant à l'intérieur, elle comble leurs vides par autant d'angles saillants qui doublent son épaisseur aux points correspondants. On peut déjà apercevoir que chacun des lobes se partage lui-même en deux lobules à peu près égaux, et que plus tard la colonne ligneuse présentera ainsi seize cannelures alternativement plus ou moins profondes; l'étui cortical seize angles en rapport avec elles, saillants à l'intérieur, et il n'y a pas de doute qu'en continuant à croître, la liane ne présente un nouveau degré de division.

» Cette branche se distingue de celle du *Stigmaphyllon*, non-seulement par cette régularité, mais par quelques différences de structure; elle offre des fibres de liber réunies en gros faisceaux sur toute la surface interne de l'écorce, et ce sont eux qui constituent en grande partie les angles saillants à l'intérieur. Le bois est formé de gros tubes ponctués, de fibres ligneuses à parois épaisses, avec peu ou point de ponctuations. Ces parties sont disposées en séries rectilignes rayonnantes, séparées par des rayons médullaires également droits et continus, que composent une ou deux rangées de grosses cellules ponctuées. De la moelle que composent des cellules plus grandes, à parois épaisses et marquées aussi de points, huit larges rayons semblent s'étendre jusqu'aux huit prolongements corticaux; mais ils ne se distinguent réellement du reste du tissu, que par l'absence de gros vaisseaux.

» La collection du Muséum possède des branches du *Banisteria nigrescens* à plusieurs âges et plusieurs états différents. Les plus jeunes sont comprimées, disposition que j'ai retrouvée très souvent dans les derniers rameaux des Malpighiacées grimpantes et qui, dans quelques espèces, va jusqu'à la forme ancipitée. Dans ces cas l'aplatissement change de sens d'un mérithalle au suivant, ce qui s'accorde avec la situation des feuilles ordinairement décussées et partant toujours des côtés amincis du rameau. Celui du *Banisteria nigrescens*, qui a de diamètre un demi-centimètre à

peu près, présente sur ses deux faces aplaties deux sillons longitudinaux, et déjà sur chacun des bords (qui sont arrondis) une dépression beaucoup plus superficielle, de telle sorte que le bois est, dès cette époque, partagé par un étranglement en deux moitiés dont la coupe figure une demi-ellipse, et montre sa tendance à une seconde division qui croisera la première.

» En effet, une branche de 8^{mm} qui s'est rapprochée de la forme cylindrique, a sur son corps ligneux quatre cannelures peu profondes, interposées à autant de segments courbes et dans lesquelles s'enfonce l'écorce, marquée extérieurement de sillons correspondants.

» D'autres branches beaucoup plus grosses (elles ont à peu près 2 cent.) sont creusées à l'extérieur de sillons dirigés suivant une spirale extrêmement longue, et par conséquent comme un peu tordues sur elles-mêmes. La section horizontale fait voir qu'à ces sillons correspondent intérieurement autant de solutions de continuité du bois, remplies en partie par le tissu cortical s'avançant vers le canal médullaire, en forme de rayons terminés, les uns à une petite distance de lui, et les autres plus loin. Le bois semble ainsi partagé en six lobes principaux fort inégaux, et plusieurs de ceux-ci sont eux-mêmes subdivisés en lobes moins profonds. Les vaisseaux, plus petits et plus rares vers le centre, abondent et s'élargissent dans ces lobes. L'écorce est formée d'un petit nombre de couches, ayant chacune son liber. On doit remarquer la structure de ce liber : ses fibres allongées paraissent creusées dans leur longueur d'un canal, duquel partent en foule de petits canaux transversaux qui sont disposés en séries longitudinales et dont on voit, ou tout le trajet, ou seulement l'orifice punctiforme, suivant la direction de ceux de la série qui se trouve au foyer du microscope. Ces mêmes fibres, examinées dans les rameaux les plus jeunes, étaient plus grêles et parfaitement lisses, laissant à peine apercevoir un canal médian et pas encore de latéraux; mais on voyait déjà ceux-ci sur les rameaux de 8^{mm}, et par conséquent ces changements, dus à l'âge, s'y opèrent de bonne heure.

» Une branche beaucoup plus âgée, et dont le diamètre total excède 7 cent., offre cette apparence de plusieurs branches tordues ensemble, dont nous avons déjà dit quelques mots. Une d'elles est centrale, et celle-là seule présente une moelle et un étui médullaire; les autres qui l'entourent en sont dépourvues, et leur bois se compose uniquement de vaisseaux ponctués et de fibres ligneuses. Toutes sont complétement revêtues d'une écorce assez mince, où le liber est très abondant. Elles se subdivisent par une

sorte de dichotomie irrégulière en lobes plus ou moins profonds, destinés probablement à devenir plus tard complétement distincts.

» Ne peut-on déjà, à l'aide du petit nombre d'exemples cités, se rendre jusqu'à un certain point compte de cette organisation? Dans les arbres que nous sommes habitués à voir, les faisceaux ligneux se développent uniformément dans toute la périphérie, séparés entre eux seulement par d'étroits rayons médullaires aussi longs qu'eux. Les choses ne se sont pas passées ainsi dans les lianes que nous examinons. Le corps ligneux s'est développé inégalement dans différentes directions, et bientôt son contour, au lieu d'offrir une courbe circulaire ou à peu près, dessine une ligne sinueuse, et l'écorce, se modelant sur lui, ou bien tapisse et suit toutes ces sinuosités, ou bien, plus épaisse, elle les comble entièrement ou en partie. Ces lobes, que séparent les sinus, se continuent avec le bois par leur côté interne, et ne sont par tous les autres en rapport qu'avec le tissu cortical. A mesure qu'ils croîtront ces rapports se prononceront de moins en moins dans un sens, de plus en plus dans l'autre. Le contour en contact avec l'écorce augmentera progressivement d'étendue, tandis que la jonction avec le bois conservera ses dimensions primitives, et même, pour peu que le faisceau ligneux s'écarte en montant, cette continuation de plus en plus étroite finira par disparaître. Pour me faire comprendre par des images bien connues, ce qui formait d'abord un cap ne se liera plus au continent que par un isthme toujours décroissant, jusqu'à ce qu'enfin ce devienne une île.

» Si cette explication est juste, ces tiges, comme composées par le rapprochement de plusieurs ordinairement tordues ensemble, seront d'autant plus simples qu'on les examinera plus bas, et nécessairement elles le seront tout-à-fait plus ou moins près de leur origine.

» Dans une famille voisine abondante en lianes, celle des Sapindacées, où la composition apparente de la tige est plus remarquable encore, cette disposition des parties, de laquelle elle résulte, paraît assez évidente. Ainsi les branches de l'*Urvillea ferruginea* que j'ai pu examiner vivantes, ont la forme d'un prisme à trois angles très aigus, et chacune de ces arêtes est remplie intérieurement par un faisceau ligneux, entre lequel, et le cylindre ligneux beaucoup plus gros qui remplit le centre, s'interpose le tissu cortical. Or, on trouve ces quatre faisceaux réunis en un seul à l'origine de la branche; mais presque aussitôt les trois latéraux s'écartent et s'isolent complétement au milieu de la substance corticale, et l'on voit s'établir

tout d'un coup ce qui dans les Malpighiacées s'établit peu à peu et par une longue suite de gradations.

» J'ai dit que dans celle-ci le faisceau central est le seul qui soit pourvu de moelle et d'étui médullaire; mais j'ai sous les yeux une branche appartenant à une Malpighiacée brésilienne, plus grosse que celle que j'ai décrite précédemment, composée d'un plus grand nombre de faisceaux isolés, et parmi eux aucun n'est positivement central et aucun ne montre de canal médullaire, qui cependant était bien visible sur les branches beaucoup plus jeunes et encore simples de la même liane. Ce faisceau central a-t-il été complétement supprimé, soit que ceux qui l'enveloppent l'aient atrophié en l'étouffant, soit par toute autre cause?

» Deux autres exemples semblent prouver que, s'il en est quelquefois ainsi, du moins ce n'est pas constamment: ce sont deux autres Malpighiacées du Brésil. L'une, dont les tronçons ont à peu près 3 cent. de diamètre, est remarquable par la direction rectiligne de ses faisceaux et par conséquent de ses cannelures extérieures. Un étui ligneux d'un tissu très serré, de 1 à 2^{mm} d'épaisseur, environne la moelle. Parmi les prolongements rayonnants de l'écorce interposés aux faisceaux ligneux et très riches en fibres du liber, six, plus longs que les autres, s'étendent jusqu'à l'étui médullaire, et celui-ci, aux points correspondant à plusieurs d'entre eux, paraît interrompu par une fissure qui mettrait la substance corticale en rapport direct avec la moelle, et, se prolongeant même à travers celle-ci, la diviserait en plusieurs segments.

» Dans l'autre espèce (2 centim. $\frac{1}{2}$), on n'aperçoit pas bien au premier coup d'œil l'étui médullaire: car, parmi les prolongements corticaux (d'une structure également fibreuse), plusieurs pénètrent jusqu'à la moelle. Mais, en examinant les parties avec plus d'attention et surtout avec des grossissements convenables, on voit que l'angle interne de chacun des faisceaux lobés du bois est formé par une fraction de l'étui médullaire, et que par conséquent le faisceau primitif et central ne disparaîtra qu'en se partageant entre tous les faisceaux latéraux, dont chacun, en s'isolant, en emportera une partie avec lui. Après cette division, la moelle ne doit pas tarder à disparaître aussi. On aperçoit quelquefois entre elle et son étui, ou même dans son épaisseur, de petits faisceaux ligneux évidemment secondaires, c'est-à-dire ne renfermant avec leurs fibres que de gros vaisseaux ponctués. Ces faisceaux, en se développant, devront occuper une position centrale par rapport aux autres, et cependant ce seront eux qui man-

queront entièrement d'étui médullaire, quand des faisceaux latéraux en auront des fragments.

» Tous les bois examinés jusqu'ici se caractérisent par l'interposition de rayons corticaux entre les faisceaux ligneux, par la tendance de ceux-ci à s'isoler les uns des autres et par les lobes de leur contour qui ne sont que les premiers degrés de divisions ultérieures.

» Plusieurs tiges appartenant au genre *Stigmaphillon*, présentent une toute autre modification : celles du *S. acuminatum*, qui ont acquis déjà plus de 2 centim. et demi de diamètre, sont cylindriques, revêtues d'une écorce rugueuse et inégale, mais sans cannelures et sans sillons extérieurs. La coupe horizontale fait voir que le corps ligneux n'est pas lobé dans son contour, qu'il ne tend pas à se partager en segments dans la direction des rayons, mais qu'il est divisé en une foule de compartiments par une sorte de réseau étendu de l'étui médullaire à l'écorce, ayant la couleur brunâtre de celle-ci et montrant, au microscope, la même composition, purement celluleuse. Par la macération qui altère ce tissu celluleux plus promptement que les tissus fibreux et vasculaires dont le bois est formé, celui-ci se sépare en un grand nombre de petits faisceaux qui circonscrivaient les mailles du réseau. L'écorce (de 1 à 2^{mm} d'épaisseur), qui ne présente des fibres du liber que rejetées tout auprès de sa surface, est brune. Le bois, de même teinte mais moins foncée, présente des vaisseaux ponctués plus développés peut-être que dans tous ceux que nous avons précédemment passés en revue, puisqu'ils ont jusqu'à $\frac{4 \text{ à } 5}{10}$ millim. de diamètre (1). L'étui médullaire, de un demi-millimètre d'épaisseur, est d'un grain très serré, blanchâtre.

» Dans les tiges plus grosses (4 à 5 centim.) du *S. Findlayanum*, la même disposition s'observe encore plus évidente. Le réseau est circonscrit par des lignes d'autant plus régulièrement disposées et plus fines, qu'on l'observe plus près de la circonférence; car près du centre elles sont assez larges et sans ordre apparent. La section verticale fait reconnaître la direction rectiligne des tubes, des faisceaux qu'ils composent et des lames corticales qui séparent ces faisceaux. Elle avait également lieu dans l'autre espèce.

(1) Ce diamètre surpasse plus de cinq fois celui des mêmes vaisseaux dans le *Byrsonima coccolobæfolia*.

» Le *S. gayanum* présente une structure analogue, c'est-à-dire la diffusion du tissu cellulaire cortical au milieu du ligneux dont il tapisse et sépare les faisceaux, réduits quelquefois à un très petit nombre de vaisseaux ou même de fibres. Ce tissu cortical se reconnaît facilement à la subtance blanchâtre ou roussâtre qui remplit les cellules et leur communique une couleur différente de celle des éléments du bois, parmi lesquels on doit compter des rayons médullaires incomplets formés par des séries de cellules différentes aussi de celles de l'écorce. Les fibres du liber ne se produisent que la première année et ne se trouvent par conséquent que disséminées vers l'extérieur. Le contour du corps ligneux est un peu plus ondulé que dans l'espèce précédente, dans des tiges bien moins développées cependant, puisque leur diamètre n'excède pas de beaucoup un centimètre.

» Elles m'ont été fournies par les serres du Muséum de Paris, ainsi que celles du *S. ciliatum*, parvenues à peu près aux mêmes dimensions, et présentant une structure analogue, quoique intermédiaire entre l'espèce précédente et le *S. emarginatum*, surtout par le plus grand développement, dans l'écorce, de ses couches, dont la plus récente tranche avec les plus anciennes; dans le bois, de ses rayons médullaires.

» En résumant les observations précédentes, malheureusement trop peu nombreuses, on voit que les lianes de la famille des Malpighiacées croissent quelquefois à la manière la plus habituelle des plantes ligneuses, mais que plus souvent elles s'en éloignent; qu'alors les faisceaux ligneux, au lieu de rester intimement rapprochés, de sorte que le bois forme un corps central indivis, tendent à s'écarter plus ou moins lentement les uns des autres, et que le tissu cortical continuant à les tapisser, s'interpose entre eux; que ce tissu cortical, tantôt forme comme un réseau dans le bois partagé en faisceaux très petits et sans ordre; tantôt, par le développement inégal du corps ligneux, semble s'avancer de l'extérieur à l'intérieur et le partage dans le sens des rayons, division qui tend à se multiplier et peut même devenir complète, donnant ainsi à une branche unique l'apparence de plusieurs, rapprochées ou tordues ensemble. Un caractère commun au bois de toutes ces tiges est l'extrême développement des tubes ponctués, qui semble l'être d'ailleurs à la plupart des plantes grimpantes. Un caractère particulier à l'écorce de quelques-unes (qui se sont trouvées appartenir au même genre) est l'absence de liber dans toutes les couches, excepté la première, sous laquelle les fibres s'en retrouvent disséminées.

» Il resterait à examiner si ces caractères sont propres à la famille des

Malpighiacées ou lui sont communs avec quelques autres. Nos collections ne possèdent, pour une telle comparaison, que des matériaux bien peu nombreux, et il n'est pas rare que ceux-là même soient insuffisants, par notre ignorance sur leur origine. La végétation des lianes, dont les tiges sont souvent nues pendant un long trajet, et portent leurs fleurs à des hauteurs inaccessibles, n'a pas permis le plus fréquemment aux voyageurs de joindre aux fragments de bois qu'ils récoltaient des échantillons munis des caractères qui pussent en constater l'espèce, le genre, ou seulement la famille. Ma comparaison ne portera donc que sur le petit nombre de points où j'ai retrouvé quelques traits communs avec celle qui m'occupe.

» J'ai déjà cité celle des Sapindacées, dont les branches aussi se présentent souvent comme composées par l'association de plusieurs. Néanmoins, on peut signaler quelques différences essentielles entre elles et celles des Malpighiacées analogues. Ici le faisceau ligneux central conserve bien plus long-temps un volume beaucoup plus considérable que les latéraux. Ceux-ci, qui se ramifient eux-mêmes quelquefois et s'anastomosent entre eux, se forment en s'écartant et s'isolant du faisceau central dès l'origine de la branche, et restent unis à lui par l'écorce qui leur est commune et dont le volume est assez considérable dans quelques cas pour que la composition intérieure ne se manifeste pas extérieurement. Lors même que cette manifestation a lieu et que sur la branche centrale on en voit ramper d'autres, et même sur celles-ci d'autres encore, moins développées, toutes restent unies entre elles par les écorces des faces en contact. Mais la distinction la plus importante s'observe dans la structure de ces faisceaux latéraux, qui ordinairement offrent celle de véritables rameaux munis d'un étui de trachées autour d'un centre médullaire cylindrique ou transversalement étendu. J'ai vérifié l'existence de ces parties (1) dans plusieurs espèces, et particulièrement dans l'*Urvillea ferruginea*, où j'ai vu, à la naissance des trois faisceaux latéraux, se détacher autant de fragments de l'étui médullaire. Nous

(1) Les quatre faisceaux latéraux de la tige du *Calycanthus* les offrent également, mais ils diffèrent de ceux des Sapindacées par leur origine, naissant les uns des autres à chaque ramification, et non du faisceau central dont ils restent distincts et séparés par l'écorce aussi bas que j'ai pu les suivre (jusqu'à quelques centimètres au-dessous du sol), et probablement jusqu'au collet. A la naissance de deux rameaux opposés, les deux faisceaux correspondants à chacun d'eux lui envoient chacun un filet qui se bifurque presque immédiatement, et ils en envoient un autre à la feuille voisine. (*Voyez* MIRBEL, *Annales des Sciences naturelles*, tome XIV, page 397.)

avions rencontré quelque chose d'analogue dans certaines Malpighiacées où les fragments de cet étui accompagnaient les faisceaux latéraux, mais aux dépens du faisceau central qui disparaissait en se partageant ainsi. Il persiste au contraire dans les Sapindacées, habituellement, mais non tout-à-fait constamment.

» Parmi les lianes de la famille des Asclépiadées, je n'en ai pu observer que deux dont le développement fût assez avancé pour laisser voir quelques-uns des changements dus à l'âge. L'une est le *Gymnema sylvestre*, dont la tige a déjà 4 centimètres; la seconde, encore de moitié moins épaisse, est indéterminée, mais assez semblable à la première pour qu'on puisse prononcer que c'est une plante très voisine, si ce n'en est même un premier âge. Dans les deux, sous une couche subéreuse épaisse, on trouve une autre couche corticale blanchâtre, qui envoie vers le centre des prolongements inégaux, sous forme et dans le sens de rayons, partageant ainsi la partie extérieure du corps ligneux en lobes, qu'une division ultérieure séparera en un plus grand nombre. C'est la disposition de la plupart des Malpighiacées.

» On la retrouve à peu près aussi dans une espèce grimpante de *Celastrus*, recueillie par M. Perrottet sur les monts Nilgherries. Les tiges ont 7 centimètres d'épaisseur et sont marquées en dehors de trois sillons dirigés en spirale, par conséquent comme tordues sur elles-mêmes. Le centre ligneux se partage en trois lobes, dont l'un, tendant lui-même à se lober, égale à lui seul les deux autres encore parfaitement entiers dans leur contour. Cette disposition est sans doute en rapport avec celle des branches qui, en général, doit exercer la plus grande influence sur l'agencement varié des faisceaux ligneux. Dans notre *Celastrus*, l'écorce, avec son liber, s'avance largement entre eux jusqu'à une distance assez petite du centre.

» Les tiges des *Bauhinia*, qui avaient dès long-temps appelé l'attention par la bizarrerie de leurs formes, et qui sont, en conséquence, moins rares dans les collections, présentent souvent aussi l'apparence de composition, tantôt avec une élégante régularité, et tantôt fort irrégulièrement. Les divers faisceaux restent ordinairement unis entre eux par l'écorce. Il est habituel de les voir lobés en dehors, comme ceux des Malpighiacées. Dans un des bois que j'ai sous les yeux, celui du *Schnella*, vulgairement appelé au Brésil *Cipo de Escada*, le tissu cortical dessine un réseau (analogue à celui des *Stigmaphyllon*) entre ces faisceaux plus divisés et plus nombreux, mais qui suivent une direction spirale, de sorte que la coupe

verticale reproduit ce réseau aussi bien que l'horizontale. Quelques-uns des faisceaux extérieurs finissent par se séparer complétement et en manière de branches.

» Beaucoup de Bignoniacées grimpantes se font remarquer par le contour de leur corps ligneux, creusé longitudinalement de cannelures très profondes que remplit le tissu cortical s'avançant, sous forme de rayons, de la circonférence vers le centre. Le plus souvent ces rayons sont au nombre de quatre, disposés en croix (*Bignonia unguis-cati, grandifolia...*), ce qui dérive sans doute de la position décussée des feuilles, lesquelles naissent constamment du milieu des lobes ligneux.

» Une tige de Bignoniacée péruvienne montre sur sa coupe horizontale le nombre de ces rayons doublé et commençant déjà à se quadrupler par la division de chacun des huit lobes ligneux, de sorte qu'on a seize rayons alternativement plus grands et plus petits. Dans la même tige plus avancée, les faisceaux ligneux ont multiplié encore les lobes de leur contour. Une Malpighiacée (*Tetrapterys guilleminiana*) nous avait présenté précisément la même disposition.

» Un pied de *Bignonia capreolata*, qui a vécu long-temps au Jardin des Plantes, et dont on a conservé des branches d'âges très divers, présente dans les plus vieilles de curieux changements. S'en opère-t-il de semblables sur les autres espèces? C'est ce que ne m'ont pas appris les autres exemples que j'ai pu rencontrer. Les formations annuelles de bois y sont très nettement séparées par des cercles de gros vaisseaux. On en compte environ neuf dans des branches de 8 millim., où le contour des quatre lobes ligneux, séparés par quatre rayons corticaux incomplets, est arrondi et leur symétrie parfaite. Cette symétrie se maintient dans des branches de 15 et 20 millim., où déjà le contour des lobes ligneux n'est plus circonscrit par une courbe régulière, mais par une ligne brisée ou plutôt crénelée, qui le devient bien davantage dans des branches de 3 cent., où l'on compte dix-neuf cercles. Dans celles de 4 cent., non-seulement le bord des lobes ligneux est profondément et inégalement déchiqueté, mais plus au dehors, on voit une rangée concentrique de faisceaux plus petits et à peu près cylindriques, isolés au milieu du liber. Les cercles annuels s'y montrent aussi nettement que dans le centre et indiquent divers âges pour les faisceaux divers. Si, en enlevant l'écorce, on suit le cours de ces faisceaux, on voit qu'ils naissent du centre ligneux et ne sont autre chose qu'un prolongement de quelques-uns des lobules de son bord qui se sont écartés à travers la substance corticale. On en voit aussi, après avoir marché ainsi quelque

temps libres, se réunir de nouveau au centre et se confondre avec lui. Ils sont ordinairement ramifiés aux points d'origine et de réunion, et quelquefois aussi dans leur trajet. Ils représentent donc la partie la plus extérieure du bois et en ont absolument la structure. Les quatre lobes centraux se sont aussi écartés les uns des autres, car ils sont entièrement séparés par la substance corticale qui forme une croix complète, et comprend même quelquefois dans son épaisseur de petits faisceaux ligneux, détachés sans doute des parties latérales. Chacun des lobes a emprunté à son angle interne un fragment de l'étui médullaire. Toute cette disposition rapporte ce que nous avons observé dans certaines Malpighiacées pour la séparation des faisceaux centraux, le fractionnement de l'étui médullaire, ainsi que pour la formation de nouveaux faisceaux plus extérieurs.

» Dans toutes ces tiges de Bignoniacées, du moins jusqu'à un âge un peu avancé, on remarque une symétrie que je ne retrouve pas dans celle du *Bignonia paniculata*. Elle ne présente que deux lobes ligneux, sans doute par l'avortement des deux autres; car son centre organique est rejeté tout-à-fait vers la circonférence, et lorsque, dans sa plus grande largeur, son diamètre est de 6 centimètres, il se réduit à la moitié, c'est-à-dire au rayon, dans l'autre sens. Chacun des lobes est lui-même divisé irrégulièrement en lobules entre lesquels s'interposent des lames corticales dirigées en sens divers. Cette espèce présenterait donc aussi beaucoup d'analogie avec plusieurs des lianes de la famille des Malpighiacées, que nous avons examinées.

» Mais il est vrai de dire qu'en général les Bignoniacées s'en distinguent par leur régularité symétrique. Ajoutons que la forme du corps ligneux ne s'y manifeste pas ordinairement au dehors, ou même qu'on observe des angles saillants à l'extérieur, au lieu des sillons plus ou moins profonds de la tige des Malpighiacées. Les cercles concentriques du bois y sont aussi mieux marqués, surtout au moyen des rayons corticaux, dont l'épaisseur va s'augmentant d'une lame à chaque nouveau cercle plus extérieur. Il en résulte que sur la coupe horizontale ces rayons ont la forme de pyramides oblongues à côtés scalariformes et tournant leur base en dehors. Ils sont presque entièrement composés de fibres du liber.

» M. de Caisne (*Arch. du Mus.*, t. I, p. 160) a montré par quelques exemples, auxquels on pourrait en ajouter de nouveaux, que dans les Aristoloches grimpantes des tropiques, les faisceaux ligneux se trouvent divisés par les prolongements celluleux du parenchyme cortical; que ceux du liber qui, formés une première et seule fois, cessent d'augmenter, sont re-

foulés vers la circonférence de la tige. Nous retrouvons donc ici encore les faisceaux du bois lobés avec interposition de la substance corticale, comme dans les Malpighiacées; nous retrouvons de plus la production du liber arrêtée, ainsi que dans les *Stigmaphyllon*, avec cette différence néanmoins que dans les Aristoloches, par suite de la formation d'un liége véritable et par conséquent du grand développement des couches péridermiques (*Stratum tuberosum*, Mohl), c'est vers l'extérieur des couches cellulaires (*Strat. parenchymatosum*, Mohl) qu'on retrouve les faisceaux du liber, et non sous la première ou la plus extérieure des couches corticales complètes.

» La pénétration de la substance corticale dans les interstices que laisse le corps ligneux, quand par un développement inégal il se lobe plus ou moins régulièrement dans son contour, s'est représentée dans la plupart des exemples cités précédemment, et pouvait jusqu'à un certain point être annoncée *à priori*, puisque ces interstices s'ouvrant en dehors doivent naturellement être remplis par un corps venant du dehors, c'est-à-dire par l'écorce. C'est cependant ce qui n'arrive pas constamment, comme le prouvent les tiges si curieuses et si diversement expliquées d'une liane de la famille des Urticées, le *Phytocrene*. De l'étui médullaire partent en rayonnant des faisceaux ligneux qui se divisent plusieurs fois par une dichotomie très régulière. Les espaces restés libres entre ces divisions sont occupés intérieurement par une double couche cellulaire, mais en dehors, entre ces deux couches minces et écartées, par des lames solides (1). Ces lames, qu'au premier aspect et d'après leur situation, j'aurais été tenté de considérer comme appartenant au liber, en diffèrent du reste essentiellement par leur structure; et en comparant sur de très jeunes branches du *P. palmata* les véritables fibres du liber avec celles des lames qui doivent être contemporaines, il n'est pas possible d'admettre que les secondes soient une transformation des premières. Je suis donc plus porté à croire que ces lames appartiennent au bois et forment la partie la plus intérieure d'un second anneau ligneux qui se développera concentriquement au pre-

---

(1) M. Griffith (*Voyez* WALLICH, *Plantæ asiaticæ rariores*, tome III, page 11, tabl. 216) les regarde comme les rayons médullaires. M. Lindley (*Intr. to Bot.*, 3ᵉ édit., page 96) pense que c'est le bois, et que les faisceaux lobés, composés de tissu parenchymateux et de vaisseaux qu'ils séparent, sont les rayons médullaires. Ce serait, dans l'une et l'autre hypothèse, une structure tellement insolite pour ceux-ci, que je ne crois ni l'une ni l'autre admissible.

mier. Au reste, les conditions se trouvent ici modifiées par cette existence de plusieurs cercles ligneux.

» On en rencontre également plusieurs dans diverses lianes appartenant, soit à quelques-unes des familles déjà citées précédemment, soit à d'autres dont nous n'avons pas parlé encore. Parmi ces derniers nous pouvons citer les Convolvulacées. Dans une tige du *Convolvulus malabaricus* de 8 centimètres, on observe huit ou neuf cercles concentriques d'un bois composé presque entièrement de gros tubes ponctués. Ces cercles sont séparés par autant de zones dont la nature corticale est évidente par la comparaison avec l'écorce extérieure, et par la présence de nombreux vaisseaux laissant couler abondamment un suc propre qui s'est concrété aux deux extrémités du tronçon coupé sans doute sur la liane encore fraîche. Ces couches corticales ne séparent pas seulement les cercles ligneux par autant de cercles interposés, elles envoient des prolongements de l'un à l'autre, et par conséquent dans le sens général des rayons, mais sans aucune régularité et le plus souvent suivant des lignes obliques ou sinueuses et d'épaisseurs inégales. Les cercles ligneux, dont quelques-uns sont eux-mêmes incomplets, ne peuvent être comparés à ceux qui se forment annuellement sur nos arbres, et cette tige, par le réseau cortical qui encadre les faisceaux ligneux, se rapprocherait bien plutôt de celles des *Stigmaphyllon*, avec la différence résultant de la disposition concentrique des lignes principales.

» Une liane du Brésil présente une disposition tout-à-fait analogue, avec interposition de couches du liber entre ses cercles ligneux irréguliers, souvent incomplets, divisés chacun en plusieurs faisceaux aplatis. Je la décrirais avec plus de détails si j'étais certain qu'elle appartînt au genre *Convolvulus*; mais M. Guillemin, auquel on la doit, ainsi que plusieurs de celles dont il est ici question, n'a pu atteindre aux feuilles et aux parties de la fructification, et fournir ainsi les éléments d'une détermination rigoureuse.

» Je viens de dire que ces cercles ligneux concentriques sont différents des couches annuelles, et c'est ce que démontrent des branches d'un demi-centimètre appartenant à un *Convolvulus* indéterminé, cultivé dans nos serres. On y voit un centre ligneux que forment la moelle, l'étui médullaire et une couche inégalement épaisse du bois à gros tubes, circonscrit par une couche mince corticale; puis appliqués sur celle-ci trois faisceaux aplatis de ce même bois également entourés extérieurement par l'écorce, fais-

ceaux qui ne se rejoignent pas encore et sont les éléments incomplets d'un anneau ligneux concentrique au premier.

» On observe une disposition analogue sur les branches aplaties d'un *Abrus* brésilien; mais dans plusieurs autres Légumineuses on trouve plusieurs anneaux complets concentriques formés alternativement par du bois et par de la substance corticale riche en liber, dans laquelle il est facile de reconnaître plusieurs couches qui ne se distinguent pas dans la portion ligneuse. Sur les tiges comprimées de plusieurs *Bauhinia* ces anneaux ont une assez grande épaisseur dans le sens du grand diamètre, et dans celui du petit sont réduits à une zone extrêmement étroite et enfin nulle. Une liane brésilienne, rapportée avec quelque doute au genre *Inga*, est assez régulièrement arrondie et ses anneaux alternatifs à peu près circulaires, quoiqu'ils s'interrompent (accidentellement peut-être) en un point où l'écorce se réfléchit en ligne droite de la circonférence au centre. Non-seulement les anneaux corticaux sont abondamment pourvus de liber, mais leurs coupes faites sur le fruit ont laissé couler et concréter un suc propre qui a l'aspect de la poix.

» M. de Caisne, le premier (*Arch. du Mus.*, I, p. 156-160), a fait connaître la singulière organisation des tiges des Ménispermées, et y a signalé l'existence de plusieurs zones ligneuses concentriques sans aucun rapport avec des formations annuelles. Il a constaté de plus ce fait curieux, que le liber, qui manque dans l'écorce, se retrouve en dehors du cercle ligneux le plus intérieur, où un petit faisceau de ses fibres correspond à chacun des faisceaux ligneux dont l'ensemble constitue le cercle. Aux exemples qu'il a signalés je puis ajouter le *Cocculus platyphylla* et une autre espèce du même genre inédite, également originaire du Brésil. M. de Caisne a considéré les intervalles des zones comme remplis par du cambium restant à cet état. La présence du liber dans la plus intérieure prouve sa nature corticale, et il est naturel d'admettre par analogie la même dans toutes les autres, avec cette différence que toutes ces autres zones corticales seraient exclusivement parenchymateuses. Leur structure confirme cette opinion: dans toutes celles que j'ai examinées, elle est tout-à-fait la même que celle de l'écorce proprement dite.

» A ces preuves, j'en ajouterai une que me fournit l'exemple d'une autre liane, très éloignée, il est vrai, des Ménispermées dans la série naturelle, mais offrant beaucoup de ressemblance dans l'apparence de son bois. Cette liane, c'est le *Gnetum* où l'on trouve de même un certain nombre de zones ligneuses concentriques séparées par autant de zones plus étroites d'une

autre nature. Or ici, c'est dans toutes ces zones, et non pas seulement dans la plus intérieure, qu'on trouve des faisceaux de liber correspondant à chaque faisceau ligneux, de telle sorte que leur nature corticale ne peut être révoquée en doute.

» Dans toutes ces lianes appartenant à des familles si diverses, que nous avons comparées à celles de la famille qui nous occupe, a-t-on pu reconnaître quelques traits communs et caractéristiques? Il y en a un principal qui nous semble ressortir de cet examen, et qui établit une différence fondamentale entre la végétation de ces bois et celle que nous sommes accoutumés à observer dans les végétaux dicotylédonés. Il est ordinaire en effet d'y trouver le système cortical séparé du système ligneux par une surface courbe plus ou moins régulière, qu'on peut le plus souvent ramener à celle d'un cylindre, et c'est sur cette surface de contact des deux systèmes que s'opère leur accroissement, de dedans en dehors pour le ligneux, de dehors en dedans pour le cortical. Mais dans toutes nos lianes nous trouvons le système cortical engagé au milieu du système ligneux; tantôt (et c'est le cas le plus simple) s'avançant à travers son épaisseur dans le sens des rayons et tendant à séparer ainsi plus ou moins complétement le système ligneux en plusieurs segments; tantôt s'interposant à des faisceaux qui peuvent avoir chacun leur centre particulier ou dépendre tous du centre commun dont ils se sont isolés; tantôt séparant des anneaux concentriques qui rendent faussement au bois son apparence la plus habituelle. Dans plusieurs lianes cet enchevêtrement des deux systèmes est porté assez loin pour que la structure dicotylédone devienne entièrement méconnaissable et que tous ces faisceaux ligneux, épars au milieu du parenchyme cortical, rappellent davantage les tiges des monocotylédones, qui néanmoins en diffèrent essentiellement.

» J'aurais pu à tous ces exemples en ajouter beaucoup d'autres que j'ai laissés de côté, soit parce qu'ils rentraient dans les précédents, soit parce que leur origine incertaine ne permet pas jusqu'ici d'assigner leur place dans la classification botanique. On ne sait d'eux autre chose, si ce n'est que ce sont des lianes; mais cette connaissance suffit pour donner un plus grand caractère de généralité aux résultats que je viens d'exposer.

» Cette généralité, au reste, est loin d'être absolue. Beaucoup de lianes et, parmi elles, plusieurs des Malpighiacées que j'ai décrites, végètent conformément aux lois ordinaires. Je serais néanmoins porté à croire que parmi celles-là même il s'en trouve où l'apparence est trompeuse et où le système cortical pénètre réellement au milieu du système ligneux. Il se pourrait que

les rayons qu'on a considérés comme médullaires aient dans beaucoup de cas une autre origine et procèdent de dehors en dedans, c'est-à-dire de l'écorce. Leur identité de structure avec le parenchyme de celle-ci, leur développement beaucoup plus grand en dehors, paraîtraient l'indiquer, et je connais quelques tiges où les sucs suintant de la coupe de ces rayons y trahissent la présence des vaisseaux propres à l'écorce.

» Les lianes sont si communes dans la famille des Malpighiacées, leur végétation est un sujet si intéressant et si peu connu encore, que je n'ai pu considérer cette digression un peu longue comme étrangère à mon sujet. Elle le deviendrait si je la poussais plus loin. M. Gaudichaud, dont les recherches infatigables et si bien dirigées ont tant enrichi nos collections et m'ont fourni une partie des matériaux de cette discussion, doit décrire en détail ces lianes, qu'il a vues végéter dans leur patrie, et éclairer leur structure par une théorie générale. Je n'ai pas dû en proposer dans un mémoire monographique et descriptif avant tout. Je renvoie donc à ses publications, me félicitant de voir approfondir autre part un sujet que je n'ai pu qu'effleurer ici. »

MÉMOIRES LUS.

MÉCANIQUE. — *Mémoire contenant des recherches théoriques et expérimentales sur les roues à réaction, ou à tuyaux; par* M. COMBES.

(Commissaires, MM. Arago, Poncelet, Coriolis, Liouville, Piobert.)

« La première partie de ce Mémoire traite des machines, ou roues, dans lesquelles l'eau motrice circule en s'écartant de l'axe vertical de rotation, et qui sont dépourvues de tuyaux adducteurs, disposés en avant des tuyaux mobiles, de sorte que l'eau arrive aux orifices d'admission de ces derniers avec une vitesse absolue dirigée perpendiculairement à l'axe. Ce sont des roues de Segner, composées de tuyaux contigus, très nombreux et courts. Mes expériences ont ensuite porté sur des roues dans lesquelles l'eau circule en se rapprochant de l'axe, et qui sont pourvues de tuyaux adducteurs. Enfin, la dernière partie du Mémoire se rapporte aux machines aspirantes, destinées à élever de l'eau ou de l'air.

Des machines dépourvues de tuyaux adducteurs.

» Euler a établi, dans son premier Mémoire sur les roues à réaction de Segner (*Académie de Berlin*, 1751), que la vitesse d'écoulement de l'eau

hors des tuyaux mobiles de ces roues, était donnée par l'équation

$$V = \sqrt{2gH + w^2 r_1^2},$$

de laquelle il a conclu que la vitesse absolue de l'eau abandonnant la machine, ne pouvait être nulle qu'autant que la vitesse de rotation était infinie.

» Il suppose que la pression de l'eau, sur les orifices d'admission des tuyaux mobiles, est augmentée, comme si la masse liquide qui occupe l'espace compris entre l'axe et ces orifices était animée du mouvement de rotation de la machine même, et il en déduit la conséquence que l'équation ci-dessus subsiste, dans tous les cas, comme si les tuyaux se prolongeaient jusqu'à l'axe.

» Il résulte des équations du mouvement des fluides, dans un système semblable, que j'ai établies dans mon premier Mémoire sur le ventilateur à force centrifuge, que si l'on fait abstraction des frottements, l'équation donnée par Euler sera vraie, sans qu'il soit nécessaire d'admettre l'augmentation de pression due au mouvement de rotation de la masse liquide centrale, dans le cas où la vitesse de l'eau n'éprouvera aucun changement, à son introduction dans les tuyaux mobiles. Dans tous les autres cas, il y aura perte de forces vives à ce passage, et la distance des orifices d'admission à l'axe, ainsi que l'inclinaison initiale des tuyaux sur les tangentes à la circonférence décrite par ces orifices, entreront dans l'équation qui fournit la valeur de la vitesse d'écoulement.

» Si maintenant on a égard au frottement de l'eau dans l'intérieur des tuyaux mobiles, et à la réduction de vitesse que l'eau éprouve, ou peut éprouver, au passage de l'orifice injecteur qui précède ces tuyaux, on trouve :

» 1°. Qu'en inclinant les axes des tuyaux mobiles sur la direction de la vitesse de rotation que prennent les orifices d'admission, d'un angle déterminé par l'équation

$$\cot \alpha = -\frac{r_0}{r_1} \times \frac{A}{A_1},$$

dans laquelle A et A_1 sont les aires respectives de l'orifice injecteur et des orifices d'écoulement, r_0 et r_1 les distances à l'axe de rotation de ces orifices; la double condition de l'entrée de l'eau, sans choc, dans les tuyaux mobiles, et de sa sortie, sans vitesse absolue, de ces mêmes tuyaux, sera satisfaite pour une vitesse de rotation qui ne sera pas infinie ;

» 2°. Que cette vitesse angulaire dépendra des frottements et de la réduction de la vitesse théorique, au passage de l'orifice injecteur;

» 3°. Que pour cette même vitesse, le travail total de la chute d'eau sera absorbé par les résistances dues au frottement de l'eau dans la machine, de sorte que le travail transmis à celle-ci sera nul.

» Quant aux machines de ce genre, employées à élever de l'eau ou à aspirer de l'air, il sera impossible que les deux conditions de l'entrée sans choc et de la sortie sans vitesse absolue, soient remplies simultanément, parce que la hauteur motrice devenant ici négative, cela rend imaginaire la valeur de la vitesse angulaire, pour laquelle cette hauteur serait égale à la hauteur perdue par les frottements de l'eau, dans l'intérieur de la machine.

» Revenant aux machines motrices, si l'on incline les axes des tuyaux mobiles sur la direction de la vitesse de rotation wr_0 d'un angle obtus, mais plus petit que celui qui satisfait à la condition

$$\cot\alpha = -\frac{r_0}{r_1} \times \frac{A}{A_1},$$

il arrivera que, lorsque la roue tournera avec une vitesse telle que l'eau motrice entre sans choc dans les tuyaux, elle les abandonnera avec une vitesse absolue qui ne sera pas nulle, mais qui pourra être assez faible pour que *sa hauteur due* soit une petite fraction de la chute totale. Une pareille roue étant construite, ou du moins projetée, on peut évaluer approximativement la hauteur perdue par le frottement de l'eau dans l'intérieur des tuyaux mobiles, hauteur que je suppose proportionnelle au carré de la vitesse relative d'écoulement, multiplié par un coefficient numérique qui ne dépend que de la forme du tuyau.

» Exprimant ensuite que, dans le cas où l'eau change de vitesse à l'entrée des tuyaux mobiles, il y a une perte de chute ou de force vive, que l'on calcule d'après le théorème de Carnot, et tenant compte de la hauteur perdue par la réduction de vitesse au passage de l'orifice injecteur, on arrive à une équation finale du second degré, qui donne le volume d'eau dépensé par la roue, sous une chute donnée, en fonction de la vitesse angulaire qu'elle prend. Pour certains tracés, ce volume augmente assez peu avec la vitesse angulaire, par suite de la compensation qui s'établit entre la force vive perdue par le choc, à l'entrée des tuyaux mobiles, et les forces résultantes de l'accroissement de la vitesse de rotation.

» On peut aussi calculer la hauteur de la chute perdue, correspondante aux diverses vitesses angulaires, hauteur perdue qui se compose de quatre termes, savoir :

» 1°. La hauteur perdue par la contraction, au passage de l'orifice injecteur, qui est proportionnelle au carré de la vitesse du liquide à travers cet orifice ;

» 2°. La hauteur due à la vitesse perdue par le choc, à l'entrée des tuyaux mobiles;

» 3°. La hauteur perdue par le frottement de l'eau dans les tuyaux mobiles, proportionnelle au carré de la vitesse relative d'écoulement. Avec les effets du frottement se confondent ceux de la contraction qui peut avoir lieu aux orifices d'écoulement;

» 4°. La hauteur due à la vitesse absolue finale, proportionnelle au carré de cette vitesse.

» On peut encore y ajouter la hauteur correspondante au frottement de l'eau contre les disques de la roue, si elle tourne noyée, laquelle étant évaluée par la méthode que M. Poncelet a suivie dans son Mémoire sur les turbines de M. Fourneyron, est proportionnelle au cube de la vitesse de rotation de la roue, et en raison inverse du volume d'eau qu'elle débite.

» On verra donc quelle est la vitesse angulaire à laquelle correspond le plus grand effet utile de la roue projetée, et l'on sera conduit à en modifier le tracé, en faisant varier l'inclinaison initiale des tuyaux, leurs formes, ou les rapports de leurs orifices.

» Mes expériences ont eu pour but de reconnaître jusqu'à quel point les faits s'accordaient avec les résultats théoriques.

» J'ai d'abord essayé deux modèles différant entre eux par la grandeur, le nombre et la forme des tuyaux mobiles, mais dans lesquels les inclinaisons initiales, le rapport des surfaces de l'orifice injecteur et des orifices d'écoulement, et le rapport des rayons vecteurs aboutissants à ces surfaces étaient identiques. Pour chacun d'eux j'ai déterminé approximativement le coefficient numérique du frottement dans les tuyaux mobiles. D'après le calcul, un des modèles devait être plus avantageux que l'autre.

» L'expérience a confirmé ce résultat. Le modèle qui avait un moindre nombre de tuyaux mobiles, dans lequel le coefficient numérique du frottement, évalué approximativement, devait être le plus grand, a donné un travail utile maximum de 36 à 37 pour 100, tandis que l'autre m'a donné 45 pour 100.

» Les volumes d'eau débités par chacune des deux roues, sous des

vitesses angulaires qui ont varié depuis 20 mètres jusqu'à 57 mètres, pour l'une, et depuis 13 mètres jusqu'à 60 mètres pour l'autre, se sont accordés, à moins de $\frac{6}{100}$ près, avec les volumes d'eau calculés par la formule; il est même évident qu'en changeant un peu le coefficient du frottement, qui n'était déterminé que par une approximation grossière, on aurait eu des résultats beaucoup plus rapprochés des dépenses réelles d'eau. La formule a donné, pour l'une comme pour l'autre roue, une dépense plus petite que la dépense observée pour les vitesses nulles. Il est clair, en effet, que dans ce cas, les équations générales ne peuvent s'appliquer; les tuyaux de la roue deviennent alors des tubes ou ajutages, fixés obliquement sur les parois d'un réservoir.

» Quant au travail transmis à la roue, le calcul ne le donne pas, à beaucoup près, avec la même précision que la dépense d'eau, ce qui du reste était facile à prévoir, d'abord parce qu'une valeur erronée, attribuée au coefficient du frottement, influe beaucoup plus sur la valeur calculée du travail transmis que sur la dépense d'eau calculée; ensuite parce que la formule ne contient pas l'expression du travail absorbé par les frottements entre les parties solides de la machine.

» Toutefois la différence entre le travail calculé et le travail déterminé par l'observation, à l'aide du frein de Prony, a été dans le même sens que la différence entre la dépense d'eau calculée et la dépense mesurée. Le résultat du calcul s'est écarté beaucoup plus du résultat observé, pour les expériences dans lesquelles la vitesse relative de l'eau entrante était telle, que le choc de l'eau contre les cloisons fût dirigé en sens inverse du mouvement de la roue, que dans celles où ce choc a été dirigé dans le sens de ce mouvement: la raison de ce fait, que j'avais déjà signalé dans un autre Mémoire, est facile à apercevoir. Par suite de la direction oblique à l'axe du tuyau, sous laquelle se présente la masse fluide, il doit évidemment se former deux remous, dont l'un, en dehors, tout près de l'embouchure du tuyau, et l'autre dans l'intérieur, qui peut se prolonger jusqu'à une assez grande distance de l'orifice d'admission. Ces remous sont appliqués sur les parois opposées, suivant que le choc est dans un sens ou dans l'autre. Le premier remou produit un effet analogue à un changement de l'inclinaison initiale de l'axe du tuyau, qui se rapprocherait de la direction de la vitesse relative du liquide arrivant, ce qui diminue dans tous les cas, la perte de force vive, à l'entrée. Le deuxième remou, dans des tuyaux courts, comme le sont ceux de nos roues, paraît devoir influer d'une manière notable sur la direction de la vitesse relative d'écoulement du liquide, qui dans

un cas, celui du choc exercé dans le sens du mouvement, serait rapprochée de la tangente à la circonférence extérieure de la roue, et dans l'autre, au contraire, en serait écartée.

» Dans les essais dont je viens de parler, rien n'empêchait l'eau d'être un peu entraînée par le frottement, dans le mouvement de rotation du disque supérieur de la roue; j'ai ajouté deux diaphragmes plans, fixes, qui prévenaient ce mouvement. Ils m'ont paru exercer une influence nuisible sur le travail transmis à la machine.

» L'application des formules m'indiquait que je devais augmenter le travail utile transmis à la roue, en diminuant la grandeur des orifices d'écoulement des tuyaux mobiles, tout le reste demeurant constant; j'ai fait faire cette modification, et l'effet utile transmis a monté de 45 à 50 p. 100 du travail dépensé.

» Dans le modèle ainsi modifié, la formule a exprimé les dépenses d'eau correspondantes aux diverses vitesses angulaires de la roue, avec une approximation beaucoup plus grande que la première fois, pour toutes les vitesses qui n'étaient ni très petites, ni très grandes, pour lesquelles elle est en défaut.

» L'écart entre le travail calculé et le travail mesuré au frein, a aussi considérablement diminué, pour les vitesses un peu inférieures à celle sous laquelle la direction de la vitesse relative de l'eau entrante était dirigée tangentiellement aux aubes formant les parois latérales des tuyaux. Le calcul a donné un travail moindre que le travail observé, pour les vitesses plus petites, et un travail beaucoup trop grand, pour les vitesses plus grandes, où l'eau frappait les aubes par derrière, à son entrée dans les tuyaux.

» J'ai rétréci encore davantage les orifices d'écoulement; la série d'expériences faites sur ce modèle conduit à une discussion que je ne puis aborder ici.

Des roues pourvues de tuyaux adducteurs.

» J'arrive aux roues pourvues de tuyaux adducteurs.

» Je remarque d'abord qu'on peut exprimer, par une équation fort simple, la relation qui doit exister entre les aires des orifices injecteurs et des orifices d'écoulement des tuyaux mobiles, les distances à l'axe de ces orifices, et les angles d'inclinaison des tuyaux adducteurs et des tuyaux mobiles, sur les tangentes à la circonférence décrite par les orifices d'admis-

sion des tuyaux mobiles, pour que la roue puisse à la fois recevoir l'eau sans choc, et l'abandonner sans vitesse absolue. Cette relation est :

$$\cot \beta = \cot \alpha + \frac{r_0}{r_1} \times \frac{A}{A_1},$$

dans laquelle β est l'angle d'inclinaison des tuyaux adducteurs, et α l'inclinaison des tuyaux mobiles sur les plans tangents à la surface A, à laquelle viennent aboutir les tuyaux fixes et les tuyaux mobiles.

» Cette relation suppose, uniquement, que les orifices des tuyaux fixes et mobiles ont même largeur, dans le sens perpendiculaire à la direction de la vitesse de rotation wr_0, et que les uns et les autres sont suffisamment multipliés, pour qu'on puisse admettre que les orifices respectifs qui s'appuient sur une même surface sont respectivement entre eux dans le rapport des sinus des angles d'inclinaison β et α, ainsi que l'a admis Euler, dans le Mémoire publié parmi ceux de l'Académie de Berlin pour 1754; enfin que tous ces tuyaux coulent pleins, ou à *gueule bée*. Cette relation n'est pas déduite des lois de la mécanique : elle est, en conséquence, indépendante de la hauteur de chute et de la valeur des coefficients du frottement. C'est une simple relation géométrique, et quand elle est satisfaite, on peut affirmer que si, sous une certaine vitesse angulaire, l'eau entre sans choc dans la roue, elle en sortira sans vitesse absolue, *et vice versâ*.

» La vitesse angulaire et la dépense d'eau, sous lesquelles la double condition sera satisfaite, dépendront de la hauteur de chute et des résistances passives que l'eau éprouvera dans la machine. Cette vitesse angulaire pourra même devenir imaginaire quand l'un des angles α ou β dépassera certaines limites, qui dépendent de la chute et des frottements; enfin elle pourra être différente de celle qui correspond au maximum de travail moteur transmis à la roue, et elle lui sera même nécessairement supérieure, lorsque le volume d'eau dépensé variera dans le même sens que la vitesse de rotation.

» En discutant des expériences que j'ai faites et répétées avec beaucoup de soin sur une roue semblable, prenant l'eau à l'intérieur pour la verser à l'extérieur, et dans laquelle l'équation donnée plus haut était à très peu près satisfaite, j'ai trouvé que la vitesse correspondante au maximum du travail transmis s'écartait en effet très peu de celle pour laquelle la somme des hauteurs perdues par le choc et la vitesse absolue finale de l'eau était un minimum. Les tuyaux mobiles de cette roue avaient d'ailleurs peu de longueur et d'assez grandes sections, de sorte que le frottement de l'eau, dans leur in-

térieur, devait être beaucoup moindre que dans les roues sans tuyaux adducteurs dont j'ai parlé d'abord. Cependant l'effet utile maximum n'a augmenté que dans le rapport de 50 à 55, en nombres ronds. Je conclus de là que l'excès du frottement, dans les roues dépourvues de tuyaux adducteurs, est compensé en partie, dans les autres, par une autre cause de résistance, et je ne doute pas qu'il ne faille l'attribuer à une réduction beaucoup plus marquée de la vitesse théorique de l'eau au passage des tuyaux adducteurs. Si cette vitesse théorique est affectée d'un coefficient qui ne soit guère supérieur à 0,80, ou 0,82, il en résulte cette conséquence importante, que ces machines ne peuvent fonctionner avec avantage qu'autant que la vitesse à travers les orifices adducteurs est au-dessous de la vitesse due à la chute totale, et par conséquent que la dépense d'eau est beaucoup moindre, avec la roue, qu'elle ne le serait si celle-ci était enlevée. Or ces aperçus sont confirmés, d'une manière très positive, par mes anciennes expériences et par celles dont il me reste à rendre compte.

» On sait que feu Manoury d'Ectot a construit, un peu avant l'année 1812, une roue destinée à tourner noyée, et formée de palettes planes et verticales, comprises entre deux disques horizontaux, laquelle recevait l'eau à l'intérieur, pour la verser à l'extérieur. Les espaces compris entre deux palettes consécutives avaient la forme d'ajutages divergents, et comme on ne peut être assuré d'avance que ces ajutages versent l'eau à gueule bée, il est peu probable que les calculs fondés sur l'hypothèse de la continuité du mouvement du liquide puissent s'y appliquer. Mais si, au lieu de recevoir l'eau motrice à l'intérieur, on la reçoit extérieurement, de façon qu'elle circule, en se rapprochant de l'axe, on aura des ajutages convergents, et les équations du mouvement des roues à tuyaux seront applicables à ce système, qui ne présentera pourtant que des palettes planes.

» J'ai fait exécuter un modèle de roue semblable, de 15 centimètres de diamètre total, garnie de 36 aubes planes, qui occupaient une largeur de 7 millimètres seulement, contiguë au contour extérieur du disque. Les plans des aubes coupaient la circonférence intérieure, sous un angle de 5°9'. Tout autour de la roue j'ai disposé 36 cloisons directrices planes, formant une série circulaire de tuyaux adducteurs, inclinés de 10° sur la tangente; cet angle de 10° était calculé par la formule

$$\cot 6 = \cot \alpha + \frac{r_0}{r_1} \frac{A}{A_1}.$$

» Placé sous une chute de $0^m,35$, ce modèle, en dépensant $2\frac{1}{2}$ litres d'eau

par seconde, m'a donné un travail utile maximum égal à 50 pour 100 du travail dépensé. Pour la vitesse correspondante au maximum d'effet utile, la double condition de l'entrée sans choc et de la sortie sans vitesse absolue était sensiblement remplie. Les 36 cloisons planes ayant été remplacées par 38 cloisons courbées suivant des arcs de cercle tangents à la circonférence intérieure, à peu près normaux à la circonférence extérieure, et la relation nécessaire, pour que l'eau pût à la fois entrer sans choc et sortir sans vitesse étant encore satisfaite, l'effet utile maximum n'a plus été que de 43 pour 100. Ici le frottement de l'eau, à travers les tuyaux mobiles, était certainement beaucoup moindre que dans le premier cas; mais la vitesse de l'eau à travers les tuyaux adducteurs était presque égale à celle due à la chute. Une expérience directe, faite en enlevant la roue, et laissant sortir l'eau librement par les tuyaux adducteurs, m'a donné pour la valeur du coefficient de réduction de la vitesse théorique, 0,826; ces faits sont entièrement conformes à la proposition que j'ai avancée sur l'importance de la perte de chute due à la contraction au passage des tuyaux adducteurs.

Des machines aspirantes.

» L'influence considérable du frottement et de la contraction, dans les machines à tuyaux, doit être encore beaucoup plus forte dans les machines aspirantes, telles que les ventilateurs, lorsque la différence des pressions entre l'intérieur et l'extérieur est un peu grande. Dans mon Mémoire sur les ventilateurs, et même dans mon Traité de l'aérage, je n'avais pas eu convenablement égard à cette cause de résistances passives. En conséquence j'ai dû revoir ce travail, ou plutôt le refondre entièrement. Je suis arrivé à voir qu'il y avait avantage marqué à supprimer les tuyaux adducteurs dans ce genre de machines, et à diminuer autant que possible le nombre des ailes, ce qui est précisément l'inverse de ce qui a lieu dans les roues motrices, où il est avantageux de les multiplier beaucoup. Enfin je donne, dans cette dernière partie du Mémoire, la théorie et les règles de construction de la vis aspirante ou soufflante, récemment employée par un mécanicien belge, M. Motte, pour la ventilation des galeries de mines, et qui l'avait été auparavant, à ce que je crois, pour la ventilation de la cale des vaisseaux, par M. Sochet, ingénieur de la marine; le Mémoire de M. Sochet n'a pas été imprimé à ma connaissance. La vis dont il s'agit ici fonctionne tout autrement que l'ingénieuse machine qui porte le nom de son inventeur, M. Cagniard-Latour : elle est analogue à la vis d'Archimède, dont l'ex-

trémité du canon serait entièrement plongée dans l'eau, et qui tournerait autour d'un axe vertical. Euler a donné une théorie de la vis agissant ainsi, dans le tome V des Nouveaux Commentaires de Pétersbourg. Jacques Bernoulli a donné aussi, dans les Mémoires de l'Académie de Pétersbourg pour 1786, un Mémoire sur la machine qu'il appelle *pitotienne*, et qui fonctionne d'une manière analogue. Enfin M. Navier s'en est occupé, dans les Notes sur l'Architecture hydraulique de Bélidor.

Règle générale de construction.

» Après avoir indiqué les causes qui influent sur le travail perdu, dans les roues à tuyaux de toute espèce, et donné les principes théoriques de leur établissement, je terminerai par l'énoncé d'un principe général applicable à tous ces appareils, et qui doit être la règle pratique des constructeurs.

» 1°. Une roue à tuyaux fonctionnera avec un égal avantage, sous toutes les chutes, en dépensant des volumes d'eau proportionnels aux racines carrées des chutes, et prenant des vitesses angulaires respectivement proportionnelles à ces mêmes racines carrées;

» 2°. Deux roues semblables, mais de dimensions différentes, placées sous la même chute, fonctionneront avec le même avantage, en dépensant des volumes d'eau proportionnels aux carrés des dimensions linéaires, et en prenant des vitesses angulaires en raison inverse de ces mêmes dimensions.

» Ces deux principes sont vrais, quels que soient les coefficients du frottement et de la contraction. Ils supposent, uniquement, que les résistances dues à ces deux causes sont proportionnelles aux carrés des vitesses, ce qui est sensiblement vrai quand les vitesses sont un peu grandes.

» De ces prémisses découle la conséquence suivante :

» Si l'on a une fois construit une roue fonctionnant, avec avantage, sous une chute connue, en débitant un volume d'eau exactement mesuré, cette roue pourra servir de type pour la construction de toutes les autres.

» Connaissant la chute et le volume d'eau à dépenser par la roue à construire, on fera celle-ci semblable à la roue *type;* ses dimensions linéaires seront aux dimensions de la première, en raison directe des racines carrées des volumes d'eau à dépenser, et en raison inverse des racines quatrièmes des hauteurs de chute; sa vitesse angulaire sera à celle de la roue type, en raison directe des racines quatrièmes des cubes des

hauteurs de chute, et en raison inverse des racines carrées des volumes d'eau.

» Je donne, dans le Mémoire, les calculs et le dispositif d'une roue, sans tuyaux adducteurs, projetée pour dépenser 1 mètre cube d'eau, sous une chute de 1 mètre. Les détails de la vanne attachée à la roue, tournant avec elle, et permettant de proportionner la hauteur de toute la roue aux volumes d'eau, variables suivant les saisons, sont indiqués dans un dessin exécuté au dixième. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mémoire sur quelques-unes des irrégularités que présente la structure du globe terrestre; par* M. **Rozet**.

(Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Arago, Puissant, Mathieu, Élie de Beaumont.)

« Dans le second volume de la *Description géométrique de la France*, que vient de publier le Dépôt de la Guerre, M. Puissant a montré, d'après l'ensemble des opérations géodésiques et astronomiques exécutées sur la surface de notre pays, que cette surface est loin de pouvoir être représentée par celle d'un ellipsoïde de révolution aplati aux pôles : les parties situées à l'ouest du méridien de Paris se trouvent placées sur des ellipsoïdes allongés aux pôles, tandis que celles placées à l'est, sont placées, au contraire, sur des ellipsoïdes dont l'aplatissement aux pôles est bien plus considérable que celui donné par la théorie des inégalités lunaires. Ces faits, rigoureusement constatés, annoncent, pour la France du moins, de grandes irrégularités dans la structure du globe. En m'aidant des travaux des astronomes et des ingénieurs d'autres contrées de l'Europe, je suis parvenu à prouver qu'il en est de même pour l'Italie, quelques parties du Tyrol, de l'Allemagne, et enfin de l'Angleterre. Ces irrégularités sont des élévations et des dépressions relativement à la surface de l'ellipsoïde à $\frac{1}{309}$ d'aplatissement, sur laquelle sont projetés tous les points de la nouvelle carte de France. On remarque que les élévations se trouvent dans les parties montueuses des continents ou sur le prolongement, en ligne droite, des chaînes de montagnes, tandis que les dépressions se manifestent dans les espaces compris entre ces chaînes, les plaines qui avoisinent la mer, et, en général, dans tout le vaste bassin des mers.

» Les observations du pendule à secondes, faites en différents points de la surface du globe par MM. Arago, Biot, Kater, Sabine, Duperrey et

Freycinet, confirment les résultats de la géodésie et de l'astronomie : dans les endroits où les observations géodésiques et astronomiques annoncent des dépressions, le pendule s'allonge, et il se raccourcit dans ceux où elles annoncent, au contraire, des bombements. Les observations barométriques faites également, par plusieurs observateurs, sur un grand nombre de points de la surface de la terre, sont parfaitement d'accord avec les autres; dans tous les endroits où la géodésie, l'astronomie et le pendule annoncent des dépressions, la hauteur moyenne de la colonne barométrique, déduite de plusieurs années d'observations, ramenée au niveau de la mer et à 0° de température, est plus grande que dans ceux où elles annoncent des bombements.

» Ces irrégularités de la structure du globe causent des anomalies notables dans la direction de la verticale, en passant d'un lieu à un autre; il en résulte que la surface des mers, dont l'élément en chaque point est un plan perpendiculaire à la verticale, présente des inégalités semblables à celles de la terre.

» Comparant ensuite les résultats précédents avec ceux déduits des observations géologiques, je rappelle d'abord que, dans ses *Recherches sur les révolutions de la surface du globe*, M. Élie de Beaumont s'était déjà servi des travaux géodésiques, astronomiques, et des observations du pendule, pour confirmer les conclusions qu'il avait déduites de ses observations géologiques, et surtout pour montrer que l'action qui a donné naissance à la chaîne principale des Alpes, s'est propagée à travers les Alpes occidentales jusqu'à une grande distance à l'ouest. Dans son travail, M. de Beaumont a mis en rapport les anomalies constatées entre les résultats géodésiques et astronomiques et certains faits géologiques : par exemple, l'élévation des terrains tertiaires jusqu'à une grande hauteur sans être disloqués, et la présence des serpentines sur le versant méridional des Alpes. Joignant à ces faits un grand nombre d'autres, j'ai montré que la production des bosselures a porté au-dessus de la mer, sans les déranger sensiblement de la position horizontale, une quantité de couches solides, particulièrement les plus nouvellement formées; que le même phénomène a donné naissance aux chaînes de montagnes, qui sont des parties des bosselures dans lesquelles la croûte solide s'étant crevassée, les débris en ont été plus ou moins inclinés, et des matières fluides venant de l'intérieur à travers les crevasses, se sont répandues au milieu d'eux.

» Enfin, les forces qui ont produit les irrégularités de la structure du globe n'ayant point encore cessé d'agir, ainsi que l'annoncent plusieurs phénomènes, et particulièrement le soulèvement lent des côtes de la Bal-

tique, on pourrait voir se renouveler les grandes catastrophes que la surface de la terre a éprouvées antérieurement aux temps historiques. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Observations concernant la météorologie et la géologie de quelques parties des bords de la mer Rouge et de l'Abyssinie; par* M. **Rochet**, d'Héricourt.

(Commissaires, MM. Alex. Brongniart, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

TECHNOLOGIE. — *Description d'un procédé pour la fabrication des cordes sans fin ; par* M. **Alph. Blanc.**

(Commissaires, MM. Gambey, Piobert, Séguier.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Modèle et description d'un régulateur de la flamme pour l'éclairage au gaz; par* M. **Osmont.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, à laquelle est adjoint M. Piobert.)

M. **Mauduit** présente un *appareil destiné au dessin de la perspective.* Cet appareil, construit sur un tout autre système que ceux qui ont été jusqu'à présent employés dans le même but, permet d'obtenir des images presque égales en grandeur à l'objet qu'on copie, ce qui suppose les rayons visuels presque parallèles et par conséquent le *point de vue* à une très grande distance du plan sur lequel on trace les contours; mais ce point de convergence des rayons visuels qui, dans les appareils ordinaires, ne doit pas être éloigné de plus d'une longueur de bras de la surface sur laquelle on dessine, et dont la position est indiquée par une pinnule à laquelle doit rester collé l'œil du dessinateur, ici est un point purement rationnel où l'artiste n'a pas besoin de se placer, et qui peut être même en dehors de l'appartement. L'appareil, en effet, est disposé de telle sorte que le crayon, partout où on le conduit, se meut toujours normalement à la surface d'une sphère.

Cet appareil est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Arago, Puissant, Gambey.

M. P. Delaroche et H. Vernet, membres de l'Académie des Beaux-Arts, ont bien voulu promettre de s'adjoindre à la Commission qui serait nommée, si leur concours était jugé nécessaire.

CORRESPONDANCE.

M. le **Préfet de Police** demande communication d'un Rapport qu'il suppose avoir été fait à l'Académie, sur un *calorifère* inventé par M. *Chevallier.*

Les recherches faites dans les archives de l'Académie, portent à croire que M. le Préfet a été mal informé à cet égard.

M. **Arago** met sous les yeux de l'Académie une petite quantité d'une substance pulvérulente, qui est tombée le 17 février 1841, pendant une pluie d'orage, dans certaines parties du département des Pyrénées-Orientales.

L'échantillon adressé à M. Arago par M. le commandant Coudert, a été recueilli à Vernet-les-Eaux, sur un toit en zinc; mais ce n'est pas dans les lieux habités seulement que la chute de cette poussière a été observée, et l'on a, par exemple, constaté sa présence sur la neige qui recouvrait alors les flancs du Canigou.

M. *Dufrénoy* est prié d'analyser cette substance, et de faire connaître à l'Académie les résultats de son examen.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Analyse de l'eau du puits foré de l'abattoir de Grenelle.* — Extrait d'une lettre de M. **Payen** à M. *Arago.*

« Dès que les eaux de la nouvelle source de Grenelle surgirent en abondance du sol de Paris, ce beau résultat de tant et de si persévérants efforts préoccupa vivement les amis des sciences et des applications utiles.

» Dans la vue d'ajouter quelques notions aux faits relatifs à cet heureux évènement, je me hâtai d'analyser l'eau de Grenelle, et de satisfaire à la juste impatience du public qui assiste aux cours du Conservatoire, en indiquant les avantages qu'elle peut présenter dans les principaux usages économiques.

» Je reconnus que cette eau laisse moins de résidu que les eaux de rivière les plus pures, résultat conforme à celui qu'avait obtenu M. Pelouze.

» La nature des substances tenues en solution dans l'eau de Grenelle est digne d'intérêt sous plusieurs rapports. Voici la composition de l'eau débarrassée, par le filtre, des corps en suspension.

» Sur 100 000 parties cette eau contient

Carbonate de chaux	6,80
Carbonate de magnésie	1,42
Bicarbonate de potasse	2,96
Sulfate de potasse	1,20
Chlorure de potassium	1,09
Silice	0,57
Substance jaune	0,02
Matières organiques azotées	0,24
	14,30

» Cette composition, comparée avec celle de l'eau de la Seine, montre que l'eau de Grenelle contient environ moitié moins de *sels calcaires* et ne renferme pas de sulfate de chaux, composé le plus nuisible dans beaucoup d'applications ; ainsi l'eau de Grenelle formerait moins d'incrustations que l'eau de Seine dans les générateurs, elle prend mieux le savon, ne se trouble pas comme celle-ci par l'ébullition, donne des précipités bien moins volumineux par divers réactifs, notamment par l'azotate d'argent, le chlorure de barium, le phosphate d'ammoniaque, l'ammoniaque et l'oxalate d'ammoniaque; elle mériterait donc la préférence dans une foule d'usages et pour la préparation de divers produits chimiques.

» La présence des composés de potasse et notamment du carbonate qui leur a donné naissance, est digne de l'attention des géologues, elle explique d'ailleurs l'absence du sulfate de chaux.

» Sur 100 litres, l'eau, prise au moment de son apparition, contient $1^{\text{lit.}},80$ de gaz qui se composent de 0,15 d'acide carbonique et de 16,5 d'air dans lequel l'oxigène et l'azote sont comme 22 à 78.

» La présence de la silice dans l'eau de Grenelle est remarquable non pas comme fait exceptionnel, mais bien plutôt comme origine d'une observation sur la généralité de ce fait.

» Je fus conduit à le constater par suite de mes remarques sur la constitution chimique du tissu des végétaux et des feuilles en particulier, dont presque toutes les membranes sont imprégnées de silice ; il me sembla, dès-lors, que pour fournir à une application aussi étendue, la plupart des eaux naturelles devaient tenir de la silice en dissolution ; je commençai à m'occuper de vérifier cette hypothèse en analysant l'eau de Grenelle : j'ai depuis reconnu que l'eau de la Seine renferme à peu près les mêmes proportions de silice. Ce phénomène, s'il se généralise, servira à l'expli-

cation de diverses formations siliceuses et notamment des spicules dans les Spongilles.

» La composition de l'eau de Grenelle a peu varié depuis les premiers jours de sa sortie du sol : analysée à plusieurs intervalles, elle a donné un peu moins de bicarbonate de potasse ; la réduction a été de 4 à 2,96 pour 100,000, ou d'environ un quart. Le volume des gaz a aussi diminué un peu et dans les proportions de 0,022 à 0,018, sans doute en raison de l'échauffement graduel des parois du tube ; d'ailleurs l'absorption de l'air extérieur et de l'oxigène en plus fortes proportions est très rapide.

» La substance jaune observée en quantité si minime dans l'eau de Grenelle, s'y est constamment retrouvée dans quatre analyses, avec ses mêmes caractères de solubilité dans l'eau, l'alcool anhydre ou étendu et l'éther; je vous adresse le produit de l'une des analyses.

» J'ai observé la présence d'une matière également colorée en jaune, mais moins soluble dans l'eau de la Seine : celle-ci contient de plus fortes proportions de substances organiques, dans Paris du moins. Elle a laissé, après son évaporation et la dessiccation du résidu dans le vide à froid, 18,5 pour 100,000, c'est-à-dire environ 30 pour 100 de plus que l'eau de la source de Grenelle. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Résultats d'un forage pratiqué en Islande, près des soufrières de Krisivick.* — Extrait d'une Lettre de M. **Eug. Robert.**

« .... En 1772, l'islandais Olafsen et le danois Povelsen, chargés par l'Académie des Sciences de Copenhague, d'examiner avec une sonde la nature du sol qui environne les soufrières de Krisivick, furent très étonnés, après avoir traversé plusieurs couches argileuses de moins en moins consistantes, de voir jaillir sans interruption, de l'eau brûlante, jusqu'à 7 ou 8 pieds de hauteur. D'ailleurs ces naturalistes crurent que ce phénomène n'était dû, comme on le remarque dans les geysers de l'Islande, qu'à un dégagement brusque de la vapeur d'eau, et n'eurent pas la pensée de faire une application de leur découverte. »

M. **J. Guérin** adresse une Lettre en réponse aux réclamations de priorité élevées, à l'occasion de sa théorie de la myopie mécanique, par M. *Phillipps* et par M. *Caron du Villars.* N'ayant fait qu'indiquer ces deux réclamations, nous devons également nous borner à annoncer la réponse qu'y fait M. J. Guérin. Nous ferons remarquer cependant, relativement a

M. Phillipps, que ce chirurgien, dans sa lettre du 27 juillet 1840, attribue, en termes exprès, la myopie mécanique à l'action du muscle grand oblique, tandis que M. J. Guérin la fait dépendre de la traction exercée par les muscles droits.

M. J. Guérin, dans cette même lettre, demande l'ouverture d'un paquet cacheté qu'il avait déposé à la séance du 19 décembre 1840.

Le paquet est ouvert et l'on y trouve la Note suivante:

« La myopie est, dans le plus grand nombre des cas, le résultat de la » brièveté primitive des muscles droits de l'œil. Le traitement chirurgical » de cette infirmité doit consister dans la section des muscles trop courts. » Je viens de pratiquer cette opération avec le plus grand succès; aujour- » d'hui, le dixième jour de l'opération, la vue s'était allongée de plus de » moitié, et les globes oculaires ont subi une modification notable dans » leur forme. »

M. Bonnet, chirurgien de l'Hôtel-Dieu de Lyon, adresse des considérations *sur le traitement de la myopie par la section du muscle petit oblique à son insertion à l'orbite*, et sur l'*opération du bégaiement par la section sous-cutanée des muscles génio-glosses*. Dans la première partie de sa Note, M. Bonnet annonce qu'un paquet cacheté qu'il avait adressé à l'Académie au mois de février 1841, est relatif à la myopie résultant de la contraction des muscles.

Le paquet cacheté étant ouvert, on y trouve une Note trop longue pour être insérée en entier, et dont nous nous contenterons de reproduire une partie.

Après avoir rapporté les expériences et exposé les considérations qui l'avaient conduit à conclure que lorsque les muscles obliques sont dans un état de contraction permanente, il en résulte pour l'œil les conditions de myopie, l'auteur poursuit en ces termes:

« La théorie conduisait donc à conclure qu'on guérirait certaines myo- » pies en faisant cesser, au moyen de la section de l'un ou l'autre des obli- » ques, la compression exercée sur le globe de l'œil.

» Avant de tenter l'expérience qui pouvait me fixer sur la valeur de cette » conjecture, j'eus à m'occuper de prendre une détermination relative- » ment au procédé opératoire. Je pensai qu'il serait utile de diviser les » muscles obliques à travers une ouverture faite à la peau sans intéresser » la conjonctive. On parvient aisément à couper le grand oblique, en en- » fonçant un ténotome à un centimètre en dehors de l'angle interne et

» supérieur de l'orbite, et le dirigeant contre l'ethmoïde de manière à
» glisser en dedans de la portion du grand oblique, qui est en arrière
» de la poulie de réflexion. La section se fait en ramenant le ténotome jus-
» qu'au-dessous de la peau des paupières; mais comme elle peut s'étendre
» à l'artère ophtalmique et au nerf frontal interne, il est préférable de
» recourir à la section sous-cutanée du petit oblique, qui peut être faite
» sans difficultés, et sans exposer à la lésion d'aucun nerf. Pour la prati-
» quer, j'enfonce le ténotome au milieu du bord inférieur de l'orbite, je suis
» la paroi correspondante de cette cavité, en dirigeant le ténotome en de-
» dans et en arrière; je passe ainsi l'instrument en devant, je détache né-
» cessairement ce muscle de son insertion à l'orbite.

» Dans le seul cas où j'ai fait cette section, j'agissais sur un jeune homme
» de 17 ans, affecté depuis deux ans d'une myopie, accompagnée de quel-
» ques symptômes amaurotiques. Je n'opérais que l'œil gauche. Avec cet
» œil, le malade lisait, avant l'opération, sur un livre placé entre 7 et 8
» centimètres de distance; après la section du petit oblique, faite le 14 fé-
» vrier 1841, il distingua mieux les objets, et le lendemain il lut les mêmes
» caractères que la veille, entre 9 et 13 centimètres de distance. Malheu-
» reusement cette amélioration ne s'est pas maintenue, et le 17 au matin
» la vue était revenue au même état qu'avant l'opération, avec cette dif-
» férence que le malade ne voyait plus devant ses yeux les éclairs qui le
» fatiguaient auparavant.

» Cette opération, par son résultat immédiat, a confirmé l'idée que je
» me faisais de la myopie; et si elle n'a pas été suivie d'un succès durable,
» il faut l'attribuer, soit à la complication de quelques symptômes amau-
» rotiques, soit à la réunion des deux bouts de muscles divisés. Dans l'une
» et l'autre supposition, on peut espérer à l'avenir des résultats plus favo-
» rables, soit qu'il n'y ait aucun signe concomitant d'amaurose, soit que
» l'on prenne des précautions spéciales pour empêcher la réunion des bouts
» de muscles divisés. »

M. **Deleau** écrit relativement à un Mémoire présenté dans la précédente séance par M. *Ducros*, et relatif au traitement des maladies de l'oreille.

« La *cautérisation du pharynx*, que recommande ce médecin dans certains cas de surdité accidentelle et de surdi-mutité, n'est pas, dit M. Deleau, une nouveauté chirurgicale; il y a vingt ans que j'ai recours à ce moyen, ainsi que pourront s'en convaincre MM. les Commissaires chargés

de l'examen du Mémoire de M. Ducros, s'ils veulent bien jeter les yeux sur mon *Traité des maladies de l'Oreille.* »

La Lettre de M. Deleau est renvoyée à la Commission chargée de l'examen du Mémoire de M. Ducros.

OPTIQUE. — *Sur quelques-uns des inconvénients qui ont été reprochés à la lentille Stanhope.* — Extrait d'une Lettre de M. **Lerebours.**

« . . . . . Les inconvénients signalés par M. C. Chevallier sont :

» 1°. Que le foyer étant invariable, deux personnes qui n'ont pas la même vue ne pourront faire usage du même instrument. — Cet inconvénient existe, il est vrai, en théorie, *mais seulement dans le cas d'extrême myopie*, et j'affirme, à l'appui de cette opinion, ne pas avoir rencontré une seule personne qui ait vu indistinctement avec les lentilles Stanhope.

» 2°. Comme c'est sur le verre même qu'on fait adhérer l'objet qu'on examine, il faut à chaque fois essuyer la lentille, laquelle, par suite de ces frictions, se trouve bientôt rayée et hors d'usage. — Je ne vois pas de raison pour que la surface de la lentille Stanhope se rayât davantage que la lame de verre très mince de M. C. Chevallier; au reste, si cet inconvénient se présentait, le travail d'une surface de la lentille reviendrait moins cher que le remplacement d'un verre travaillé, serti dans son barillet.

» 3°. Le pouvoir amplifiant de cette lentille est trop faible pour qu'on puisse l'employer dans un grand nombre d'observations pour lesquelles il serait pourtant précieux d'avoir un appareil très portatif. — Nos lentilles Stanhope grossissaient quarante fois; nous en fabriquons actuellement qui ont une amplification de 80 diamètres. Au reste, de l'avis même des micrographes, les grossissements excessifs sont plutôt un inconvénient qu'un avantage, surtout dans des instruments destinés aux excursions.

» M. C. Chevallier, en signalant ce qui lui paraissait des imperfections dans la lentille Stanhope, a oublié de parler des avantages qu'elle présente. Ainsi, il ne dit rien de l'étendue de son champ qui est de 35°, tandis que le doublet de Wollaston qu'il vient de présenter en soutend à peine 15 et coûte quatre fois plus. »

M. **Demidoff** adresse, de Saint-Pétersbourg, des dessins représentant divers fragments d'ossements fossiles d'éléphant pachyderme. Ces fragments ont été trouvés à *Tchéremchanka*, lavage d'or situé à une petite distance à l'est de Nijné-Taguilsk (Oural).

M. de Blainville, à qui ces dessins ont été présentés, a reconnu les ossements comme appartenant à une espèce décrite.

M. **Kobilski** demande l'autorisation de reprendre diverses Notes relatives à la direction des aérostats, qu'il avait précédemment adressées à l'Académie, et sur lesquelles il n'a pas été encore fait de Rapport.

Cette autorisation est accordée.

A 4 heures $\frac{1}{2}$, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 12, in-4°.

Annales des Sciences naturelles; novembre 1840, in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie; 2e série, tome 14, in-8°.

Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée, sous la direction de M. DEMIDOFF. — *Observations médicales et énumération des Plantes recueillies en Tauride; par* M. LÉVEILLÉ; 2 liv. in-8°, et 2 liv. de pl. in-fol.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome 6, n° 11, in-8°.

Histoire des Embaumements et de la préparation des pièces d'Anatomie normale, etc., suivie de procédés nouveaux; par M. GANNAL; 2e édition; 1841, in-8°.

Traité de l'Histoire naturelle et médicale des substances employées dans la médecine des Animaux domestiques, suivi d'un Traité élémentaire de Pharmacie vétérinaire; par MM. DELAFOND et LASSAIGNE; 1841, in-8°.

Paléontologie française; par M. D'ORBIGNY; 16e liv., in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale et chirurgicale; 15—30 mars 1841, in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques; mars 1841, in-8°.

Revue progressive d'Agriculture, de Jardinage, d'Économie rurale et domestique; mars 1841, in-8°.

L'Ami des Sourds-Muets; janvier et février 1841, in-8°.

The Zoology.... *Zoologie du Voyage* du Beagle (*capitaine Fitzroy*); *publié sous la direction de* M. DARWYN, naturaliste de l'expédition. Partie III (*Oiseaux,* par M. GOULD), n° 5; Londres, 1841, in-4°.

Memoirs.... *Mémoires de la Société royale astronomique;* vol. 11; Londres, 1840, in-4°.

Astronomical and.... *Observations astronomiques, magnétiques et météorologiques faites à l'Observatoire royal de Greenwich, en l'année* 1839, *sous la direction de* M. G. BIDDELL AIRY, astronome royal; Londres, 1840, in-4°.

Result of.... *Résultat des Observations astronomiques faites à l'Obser-*

vatoire de la Compagnie des Indes, à Madras; par M. T. GLANVILLE TAYLOR; vol. I, année 1831; vol. II, années 1832 et 1833; vol. III, années 1834 et 1835; vol. IV, années 1836 et 1837, et vol. V, années 1838 et 1839; Madras, 1832 à 1839, in-4°.

Astronomical.... *Observations astronomiques faites à l'Observatoire d'Edimbourg; par* M. T. HENDERSON, astronome de S. M., pour l'Écosse; vol. 3, année 1837; Édimbourg, 1840, in-4°.

Astronomical.... *Observations astronomiques faites à l'Observatoire de Cambridge, par* le révérend J. CHALLIS, professeur plumien d'astronomie et de physique expérimentale à l'Université de Cambridge; vol. 11, année 1838; Cambrige, 1840, in-8°.

The Transactions.... *Transactions de l'Académie royale d'Irlande; volume* 19, partie 1re; Dublin, 1841, in-4°.

The Quarterley review; n° 134; mars 1841, in-8°.

Astronomische.... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 418, in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome 9, n° 13, in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n° 37—39.

L'Expérience, journal de Médecine, n° 195; in-8°.

La France industrielle; jeudi 25 mars 1841.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 AVRIL 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Note de* M. **Chasles** *en réponse aux observations de* M. Libri, *imprimées au* Compte rendu *de la séance du* 22 *mars.*

« Les observations de M. Libri m'obligent à une réponse que je vais faire brièvement, pour ne pas abuser des moments de l'Académie, dans une question de si mince intérêt.

» I. Je me suis expliqué au sujet de la correction grégorienne. J'ai dit que c'était avec intention que je ne l'avais pas introduite dans les dates de mon *Catalogue d'étoiles filantes,* parce qu'elle y était absolument inutile, et qu'il y a toujours des inconvénients à changer des dates historiques, indépendamment des erreurs qui peuvent se glisser dans les dates *calculées*. Cette dernière considération n'est pas vaine : M. Libri nous en fournit lui-même la preuve dans la correction qu'il a voulu faire subir aux dates de mon *Catalogue ;* car il est tombé dans de graves erreurs de calcul et de dates. En voulant corriger les erreurs du calendrier julien, M. Libri a

doublé ces erreurs. Ainsi il dit que trois apparitions d'étoiles filantes, du 1er et du 2 février (années 913, 918 et 919) doivent être reportées au mois de janvier; qu'une autre du 1er mars 842 doit être attribuée à février. Ce mode de correction est faux, et précisément l'inverse de celui qu'il fallait appliquer; car la correction grégorienne a pour effet d'avancer les dates, et non de les faire rétrograder.

» La raison en est simple. La réforme grégorienne s'est faite en 1582, de manière que les deux calendriers fussent coïncidents en l'an 325, époque du concile de Nicée; la différence des dates dans les deux calendriers a donc été en augmentant progressivement depuis lors jusqu'en 1582. Or, à cette époque, les dates juliennes étaient en retard de 10 jours environ sur les dates grégoriennes, puisque le 5 octobre julien s'est appelé le 15 octobre grégorien. Il est donc évident qu'à partir de l'an 325, les dates juliennes ont toujours été *en retard* sur les dates grégoriennes, et que la différence s'est accrue progressivement avec le temps. Il fallait donc, pour appliquer la correction grégorienne aux dates de mon *Catalogue,* les avancer, et non les faire rétrograder, comme a fait M. Libri. Les trois ou quatre dates de février que ce savant a voulu placer en janvier, doivent donc rester en février. La date de mars, à laquelle M. Libri a aussi appliqué son mode de correction, doit rester en mars, et non rétrograder en février. D'après cela, mes résultats, que M. Libri a déclarés *fautifs,* et qu'il a dit avoir été présentés *sans examen,* n'ont à subir aucune modification, ainsi que je l'avais annoncé.

» II. L'opinion de M. Libri, concernant le phénomène auquel s'appliquent, dans les chroniques anciennes, les expressions *acies igneæ,* ne me paraît pas mieux fondée que sa manière de faire la réforme. J'ai dit que l'on avait traduit ces mots par des *armées en feu,* des *compagnies,* des *chevaliers,* et que je traduirais par *lances,* expression technique signifiant *météore igné.* Mais les mots par lesquels on rendra l'expression latine importent peu; c'est la nature du phénomène seul qu'il s'agit d'expliquer. J'ai cru reconnaître le phénomène des *étoiles filantes;* M. Libri en reconnaît un autre: il dit qu'on ne peut « guère douter que ces *armées de feu* » ne représentassent plus ou moins incomplétement des *hommes armés* », et il ajoute que « peut-être ne faudrait-il voir dans la plupart de ces » *armées* que des *nuages de forme bizarre, éclairés d'une manière par-* » *ticulière.* » Comment pourra-t-on croire que ces apparitions de *nuages* figurant des *armées* aient été si fréquentes alors, quand elles ont cessé de-

puis plusieurs siècles? Du reste, j'abandonne cette explication de M. Libri au jugement de l'Académie.

» Il est certain que le phénomène que les écrivains du moyen-âge ont décrit si souvent sous le nom d'*acies igneæ* doit se passer sous nos yeux, comme de leur temps. Mais quel est-il? Diverses autres expressions, telles que *hastæ igneæ, igniculi instar stellarum, globi ignei*, etc., dont se servent aussi les chroniqueurs, m'ont porté à voir dans la plupart de ces *acies igneæ* des *lances de feu*, des *étoiles filantes* (1).

» III. M. Libri dit que mon *Catalogue* peut contenir des *aurores boréales*, et cite comme lui paraissant s'appliquer à ce phénomène les récits des années 584 et 585. Mais cela n'aurait rien d'étonnant; car on sait, depuis quelques années, qu'il y a souvent, et M. Colla, directeur de l'Observatoire de Parme, pense même qu'il y a toujours accompagnement d'*étoiles filantes* dans une *aurore boréale* (2). Par exemple, Godin dit expressément que dans l'aurore boréale observée le 19 octobre 1726, « on remar- » qua beaucoup de ces feux que le vulgaire appelle des *étoiles qui filent*, » et que la plupart duraient plus long-temps, et formaient des traînées de » lumière plus étendues et plus brillantes qu'à l'ordinaire (3). » Il assi-

---

(1) Ptolémée dit, dans son *Centiloque*, que les apparitions de feux dans le ciel, quand ces feux se dirigent vers divers points, présagent des mouvements d'armées. « Trajec- » tiones, sin in diversas feruntur partes, aquarum imminutiones, aeris turbationes et » *exercituum incursiones* indicant. » (*Ptolemæi Centiloquium*, Pontano interprete. Basileæ, 1553. *Voir* page 268.) Ne serait-ce point par suite de la même crédulité, qu'à une époque, quelques chroniqueurs auraient donné au phénomène céleste le nom même de l'évènement qu'il leur semblait présager. Il est à remarquer, en effet, qu'après le récit d'une bataille, les écrivains ajoutent souvent qu'elle a été précédée de l'apparition de ces armées de feu qui parcourent le ciel.

(2) « Avant et pendant l'aurore boréale (du 21 septembre 1840), de même que pendant le cours de la nuit, se montraient beaucoup d'*étoiles filantes*; plusieurs avaient l'éclat de Jupiter et de Vénus, et des traînées lumineuses plus ou moins persistantes. La majeure partie se dirigeaient du nord-est vers le sud-est. Ce fait vient encore à l'appui de ce que j'ai communiqué au congrès scientifique de Turin, c'est-à-dire que non-seulement de grandes apparitions d'étoiles filantes ont lieu pendant certaines aurores boréales périodiques, mais pour ainsi dire pendant toutes les aurores boréales indistinctement. » (*Bulletin des séances de l'Académie royale de Bruxelles*, tome VII, page 147.)

M. Quetelet et M. Wartmann ont aussi fait cette remarque sur la simultanéité des deux phénomènes. (*Ibid.* — *Bibliothèque universelle de Genève*, novembre 1840, pages 206 à 208.)

(3) Voir *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1726, page 293.

mile cette aurore boréale où étaient des étoiles filantes, à celle de 585 que cite M. Libri. J'aurais donc eu tort de ne pas comprendre dans mon Catalogue certains récits exprimés en termes qui permettent d'y voir à la fois des aurores boréales et des étoiles filantes.

» Dans le siècle dernier, où l'on s'est tant occupé des aurores boréales, l'on n'a vu que ces météores dans les récits des chroniqueurs anciens, parce que l'on négligeait alors cet autre phénomène, qui, depuis quelques années seulement, a attiré l'attention des astronomes, celui des *étoiles filantes* se manifestant en très grand nombre (1). Il faut donc revenir sur tous ces textes anciens et les soumettre à une discussion raisonnée, pour y reconnaître les véritables phénomènes qu'ils décrivent. Si cette discussion vient plus tard à prouver que je me suis mépris, j'aurai du moins fait connaître un grand nombre de cas d'*étoiles filantes* qui n'étaient pas connus, et j'aurai provoqué de nouvelles recherches en signalant cette erreur, que les météores ignés décrits par les auteurs du moyen-âge, sous des dénominations différentes et obscures, s'appliquaient tous aux aurores boréales.

» M. Libri a cru voir un argument en faveur des *aurores boréales*, dans cette circonstance dont j'ai fait mention, savoir, que les chroniqueurs disent quelquefois que le phénomène dure *plusieurs nuits de suite*. Je ferai remarquer que cela est dit notamment à la date de 1095, où se trouve l'expression *étoiles tombantes*, et à la date de 839, où on lit que « des feux *semblables à des étoiles* parcourent le ciel. » Comment appliquer à des aurores boréales des expressions aussi claires et aussi précises?

» IV. Je ne dirai qu'un mot de mon hypothèse sur l'anneau de Saturne, que M. Libri m'a paru traiter avec quelque dédain.

» J'ai su depuis que cette hypothèse était celle de Cassini, comme l'a observé M. Arago, à la dernière séance. M. Libri, néanmoins, a persisté dans sa critique, voulant faire entendre que c'était à un assemblage d'*étoiles lumineuses* que j'avais comparé l'anneau de Saturne. Ma phrase était assez claire pour ne pas donner lieu à cette interprétation; et puisque, dans tout le cours de mon *Catalogue*, j'avais assimilé les *chutes de pierres* aux *étoiles filantes*, assimilation que n'avait point critiquée M. Libri, il est

---

(1) « Il y a bien de l'apparence que tout ce que nous trouvons, dans les historiens, de *feux célestes*, excepté pourtant les comètes, doit se rapporter à ce que nous appelons aujourd'hui *aurore boréale*. » (GODIN; voir *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1726, page 288.)

bien évident que ce savant n'était pas fondé à prétendre que j'avais voulu regarder l'anneau de Saturne comme un composé d'astres lumineux (1).

» En résumé, les critiques de M. Libri ont porté sur quatre points :

» 1°. Le calcul de la réforme et les changements qu'il devait apporter à mes résultats;

» 2°. L'expression *acies igneæ ;*

» 3°. Les cas d'aurores boréales, cités comme étoiles filantes;

» Et 4°. L'hypothèse sur l'anneau de Saturne.

» Sur le premier et le quatrième point, M. Libri est tombé dans l'erreur, incontestablement;

» Sur le troisième point, j'ai dit qu'il n'est pas étonnant qu'on trouve des aurores boréales dans des récits qui m'ont paru indiquer des étoiles filantes, puisqu'il y a souvent simultanéité (sinon connexité) des deux phénomènes;

» Enfin, quant au deuxième point, je rappellerai l'état de la question : j'ai vu des *étoiles filantes* dans l'expression *acies igneæ;* on n'y voyait, dans le siècle dernier, que des *aurores boréales;* M. Libri y voit des *hommes armés*, figurés dans des *nuages de forme bizarre, éclairés d'une manière particulière.* Je livre ces trois explications au jugement de ceux qui voudront discuter les nombreux récits des chroniqueurs anciens (2). Je ne crois pas, toutefois, que la dernière soit la vraie. »

Réponse de M. LIBRI *à la* NOTE *de* M. Chasles.

« Je répondrai à M. Chasles en suivant l'ordre dans lequel il a disposé ses observations.

» I. M. Chasles a signalé avec raison une distraction par laquelle, au lieu d'ajouter la correction à faire au calendrier, je l'ai retranchée. Je regrette

---

(1) Voici la phrase unique qui a causé cette discussion : « Peut-être l'anneau de Sa- » turne n'est-il autre chose qu'un pareil système d'*astéroïdes* qui formeraient une mul- » titude de *satellites* de cette planète. » L'expression *astéroïdes*, empruntée d'Herschel qui l'appliquait aux planètes Cérès, Pallas, Junon et Vesta, et le mot *satellites*, qui implique l'idée d'un corps opaque, ne permettaient aucun doute sur le sens de cette phrase.

(2) On trouvera dans l'ouvrage de Lycosthène intitulé *Prodigiorum ac ostentorum Chronicon*, Basileæ, 1557, in-fol., beaucoup de récits de météores ignés qu'il sera utile de consulter.

cependant que M. Chasles ait cru devoir *démontrer* que la correction devait être ajoutée aux anciennes dates. S'il avait pris la peine de consulter mon *Histoire des Sciences mathématiques en Italie*, il aurait vu qu'en traitant la même question des anciennes apparitions d'étoiles filantes, je n'avais pas négligé d'*ajouter* la correction (1). Cette erreur de signe est une de ces distractions qu'il est malheureusement si difficile d'éviter et dont l'histoire des sciences offre tant d'exemples. Dans mes premières observations j'ai déjà signalé (2) une distraction semblable dans le *Catalogue d'apparitions d'étoiles*, où M. Chasles a assigné la date du 23 octobre à l'apparition de l'année 585, bien que dans l'auteur cité par M. Chasles il n'y ait ni jour ni mois. Seulement je n'avais pas voulu insister sur une inadvertance qui n'avait pas d'influence sur les résultats, et il est à regretter que M. Chasles n'ait pas cru devoir suivre en cela mon exemple. Les astronomes de l'Académie des Sciences savent combien il est difficile de se garantir des distractions de cette nature, et ils n'ont pas oublié que dans la *Connaissance des Temps pour l'année* 1821, *publiée par le Bureau des Longitudes* (Paris, 1819, in-8), on trouve, à la page 5, le jour des Cendres un vendredi, et le jour de Pâques un mardi. Il y a donc lieu d'espérer qu'ils se montreront en cette occasion moins sévères que ne l'a été M. Chasles, qui du reste paraît avoir été sujet à la même distraction, puisqu'il ne l'a pas signalée dans sa première réponse et qu'il a attendu quinze jours avant de s'en apercevoir.

» Au reste, cette erreur de signe ne modifie aucunement les observations que j'ai déjà présentées. En effet, j'avais dit que la classification par mois établie par M. Chasles n'était pas exacte, et qu'il fallait appliquer à ces dates la correction du calendrier avant de les disposer par mois. Cette remarque subsiste toujours et M. Chasles n'y a pas répondu. Elle subsiste, car les apparitions placées vers la fin de chaque mois devront

(1) *Histoire des Sciences mathématiques en Italie*, tome II, page 235. — Dans le quatrième volume encore inédit du même ouvrage j'ai fait l'histoire de la réforme du calendrier. On verra, d'après ce que je dis à cet égard dans ce volume, qui ne tardera pas à paraître, qu'à moins d'une distraction inexplicable, il était impossible que je pusse *retrancher* la correction. Pour qu'il ne restât le plus léger doute à ce sujet, je me suis empressé de présenter à M. Flourens, secrétaire perpétuel, les onze premières bonnes feuilles de ce quatrième volume, et il a bien voulu, à ma prière, signer et parapher la dernière de ces feuilles, ainsi que la troisième où il est question de la réforme du calendrier.

(2) Voyez *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, 1er semestre 1841, pages 501 et 524.

être reportées au mois suivant, et le *Résumé* (1) de M. Chasles devra être toujours corrigé. Dans les réponses qu'il a bien voulu faire à mes observations, M. Chasles n'a rien dit sur ce point, et il a toujours parlé (2) d'une période de 125 ans qu'il aurait voulu établir dans son premier Mémoire et dont je n'avais pas dit un mot. Cette période, au reste, ne me semble pas assez établie, car M. Chasles, qui croit à un système d'étoiles filantes qui se seraient montrées d'abord au VIIIe siècle, au mois de février, et qui, parcourant en 125 ans chaque mois, seraient arrivées au 13 novembre successivement après avoir passé par les mois de mars, avril, etc. (3), cite, à l'appui de son opinion, six observations dont la première, de l'année 741, doit être rejetée, puisque dans le Catalogue même de M. Chasles elle est datée ainsi : *février* ou *mars* (4). Sur les cinq autres, trois (aux années 763, 836 et 839) ne peuvent servir à établir aucune période, car portant seulement l'indication de *février* (5), elles ne nous font nullement savoir si les apparitions ont avancé ou retardé. Restent deux apparitions (6) bien précises (du 26 février 807 et du 16 février 838), qui, au lieu d'indiquer une marche directe de février vers mars, prouveraient une marche rétrograde de février vers janvier. Les observations citées par M. Chasles dans son *Catalogue* me semblent trop peu nombreuses pour que l'on puisse en déduire aucune période. Mais en voyant les apparitions du mois de mars devenir si rares (7) après l'année 866 (c'est-à-dire après la première période de 125 ans), et la fréquence des apparitions au commencement de février (8), dans la seconde période, qui s'étend depuis 866 jusqu'à 991, je ne com-

---

(1) *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 15 mars 1841, page 508.

(2) *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, 1er semestre, 1841, pages 509, 527 et 528.

(3) *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, 1er semestre 1841, pages 509, 527 et 528.

(4) *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 15 mars 1841, page 502.

(5) *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 15 mars 1841, pages 502 et 503.

(6) *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 15 mars 1841, pages 502 et 503.

(7) *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 15 mars 1841, pages 504 à 506.

(8) *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 15 mars 1841, pages 504 à 506.

prends pas pourquoi M. Chasles a imaginé sa période de 125 ans, ni pourquoi il a cru devoir adopter plutôt une marche directe que rétrograde. Ainsi, le *Résumé* des apparitions d'étoiles filantes disposées par mois semble devoir être toujours corrigé, et la période de 125 ans que M. Chasles avait voulu établir ne paraît pas pouvoir être adoptée.

» II. M. Chasles (1) avoue lui-même avoir traduit les expressions *acies igneæ*, différemment de ce qu'on l'avait fait jusqu'ici. Aux *armées de feu* il substitue des *lances*: dans quel but? N'est-ce pas pour établir une sorte d'analogie entre ces *acies igneæ* et les étoiles filantes, qui ne ressemblent guère à des armées? L'explication que j'ai donnée (sous forme dubitative) ne m'appartient pas; elle se trouve dans d'anciens écrivains qui ont dû observer des *acies igneæ*, et qui n'y ont vu que des nuages capables, par leur forme et leur couleur, de produire une illusion de cette nature. Un célèbre commentateur d'Aristote, Vicomercatus (2), dit, à ce sujet: « Nihil » autem impedit quo minus nubes ita illuminetur, ut hominum etiam » eorumque armatorum et aliorum animalium speciem exhibeat..... In » bello autem Mamertinorum et Tudertinorum arma inter se in acie ab » ortu ad occasum et contra conflictantia visa esse referuntur. »

» Blaise de Parme, mathématicien du XIV^e siècle, qui obtint un si grand succès à Paris, avait déjà expliqué ces apparences par la réflexion des nuages (3). M. Chasles dit, à ce sujet: *Comment pourra-t-on croire que ces apparitions aient été si fréquentes alors, quand elles ont cessé depuis plusieurs siècles?* Je ne comprends pas l'étonnement de M. Chasles, qui sait combien d'autres *apparitions* très fréquentes au moyen-âge, ont fini peu à peu par cesser dans des siècles plus éclairés. C'est là l'histoire de toutes les illusions. Au reste, la remarque de M. Chasles s'opposerait à l'explication déduite des étoiles filantes, comme à l'illusion produite par les

---

(1) *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 15 mars 1841, page 500. — M. Chasles avait annoncé, dans son premier Mémoire (*Compte rendu*, page 500), qu'il conservait les expressions mêmes des auteurs anciens pour que l'on pût juger des acceptions qu'il fallait leur donner: maintenant il a changé d'avis, et il dit: « les mots par lesquels on rendra l'expression latine importent peu; c'est la nature du » phénomène seul qu'il s'agit d'expliquer. » — Comment déterminer la nature d'un phénomène dont on aurait modifié la description par le changement de quelques mots?

(2) *Vicomercatus, commentarii in quatuor libros Aristotelis Meteorologicorum*. Lutet.-Paris., 1556, in-fol., page 62.

(3) *Affò, scrittori parmigiani*. Parma, 1789, 5 vol. in-4°, tome II, pages 112 à 118.

nuages, car on voit aujourd'hui, comme autrefois, des étoiles filantes, ainsi que des nuages de formes bizarres, et l'on ne songe guère à les transformer en *compagnies de chevaliers*.

» III. Dans le premier Mémoire de M. Chasles on lit ce qui suit (1) :

» *Je passerai aussi sous silence divers cas d'aurores boréales, pour ne pas compliquer ce catalogue*. Et, dans sa première réponse, M. Chasles a ajouté (2) : *Pour les faits d'aurores boréales, M. Chasles dit qu'il en avait trouvé un certain nombre, mais qu'il les a distraits de son Catalogue d'étoiles filantes*.

» Pour répondre aux observations que j'avais eu l'honneur de lui adresser, M. Chasles dit actuellement :

» *M. Libri dit que mon* Catalogue *peut contenir des* aurores boréales, *et cite comme lui paraissant s'appliquer à ce phénomène, les récits des années* 584 *et* 585. *Mais cela n'aurait rien d'étonnant*........... *J'aurais donc eu tort de ne pas comprendre dans mon Catalogue certains récits exprimés en termes qui permettent d'y voir à la fois des aurores boréales*, etc.

» Il y a ici, ce me semble, une contradiction qui prouve que ma remarque n'était pas inutile. Au reste, M. Chasles aurait pu facilement se convaincre qu'il n'avait pas passé sous silence les cas d'aurores boréales, en consultant le *Traité de l'Aurore boréale*, par Mairan (3), où il aurait trouvé enregistrées parmi les aurores boréales, plusieurs apparitions qu'il a placées parmi les étoiles filantes. Si la concordance n'est pas plus étendue, c'est que Mairan et M. Chasles n'ont puisé que rarement aux mêmes sources (4).

» IV. J'ai déjà dit que les *deux phrases* (et non pas la *phrase unique*) de M. Chasles me semblaient offrir un sens fort clair, et je me suis permis de manifester mon étonnement sur une hypothèse qui aurait fait de l'anneau de Saturne un amas d'étoiles filantes. M. Chasles a interprété ces phrases

---

(1) *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 15 mars 1841, page 500.

(2) *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences*, séance du 22 mars 1841, page 528.

(3) *Paris*, 1754, in-4°, pages 189 et suiv.

(4) Cependant il est bon de remarquer que l'ouvrage de Lycosthène, ou pour mieux dire de Conrad Wolffhart, que M. Chasles signale à l'attention des savants, a été déjà compulsé par Mairan.

d'une autre manière : je les reproduis ici en note (1), et je crois que tout lecteur impartial trouvera mon explication naturelle. Je reconnais cependant que l'auteur a toujours le droit d'interpréter sa pensée : c'est pour cela que je prends la liberté de demander à M. Chasles de vouloir bien m'indiquer le véritable sens de la phrase suivante qui se trouve dans sa première réponse à mes observations :

« *Cette correction* (la correction du calendrier) *eût été soit par rapport à la période de* 125 *ans, soit par rapport à la comparaison des mois de février, mars et avril au mois de novembre de notre époque, d'un ordre inférieur aux quantités que l'on néglige dans les calculs astronomiques* (2).

» Si je me permettais de demander à M. Chasles quelle devrait être cette correction *par rapport à la période de* 125 *ans,* il me répondrait sans doute qu'une telle correction serait d'un jour environ, d'où il résulterait, nécessairement que l'on néglige *un jour environ* dans les calculs astronomiques. Je doute fort que Cassini, dont on a invoqué l'autorité à l'égard de l'anneau de Saturne, ait jamais rien dit qui puisse servir à expliquer cette phrase. Pour échapper au danger d'attribuer une erreur à M. Chasles, je désirerais apprendre de lui comment il faut interpréter ces expressions.

---

(1) Voici ces deux passages qui sont liés entre eux par un renvoi dans le Mémoire de M. Chasles et qui se complètent mutuellement (*Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences,* séance du 15 mars 1841, page 509) :

« *On remarquera que quelquefois les chroniqueurs disent que les étoiles filantes paraissent plusieurs nuits de suite ; ce qui semble indiquer que ces astéroïdes forment une espèce d'anneau continu.*

» *Peut-être l'anneau de Saturne n'est-il autre chose qu'un pareil système d'astéroïdes qui formeraient une multitude de satellites de cette planète.* »

On doit remarquer que M. Chasles, qui emploie si souvent le mot astéroïdes dans son Mémoire, ne s'en est *jamais* servi que pour indiquer des étoiles filantes. *Jamais* il n'a parlé de satellites : et d'ailleurs, si dans la phrase citée par M. Chasles, *astéroïdes* signifiait *satellites,* il faudrait qu'en y remplaçant *astéroïdes* par *satellites* cette phrase présentât un sens quelconque ; or voici ce qu'elle devient quand on y fait ce changement :

« Peut-être l'anneau de Saturne n'est-il autre chose qu'un pareil système de *satellites* » qui formeraient une multitude de *satellites* de cette planète. »

Je dois avouer que je ne comprends pas des *satellites formant des satellites,* tandis qu'en expliquant *astéroïdes* par *étoiles filantes,* comme l'a toujours fait M. Chasles, cette phrase devient très claire.

(2) *Compte rendu des séances de l'Académie des Sciences,* séance du 22 mars 1841, page 528.

» En résumé,

» 1°. M. Chasles me semble être dans l'erreur lorsque, s'appuyant sur une faute matérielle de signe, il affirme que mes observations sur la nécessité d'introduire la réforme du calendrier n'ont plus aucune application; car en rétablissant le signe de la correction, il y aura toujours dans son *Résumé* un nombre considérable d'apparitions qui sortiront du mois qu'il leur a assigné, et qui, au lieu de rétrograder, devront être placées dans le mois suivant. M. Chasles me paraît vouloir profiter un peu trop d'une distraction qui est tout-à-fait indépendante du fond de la question : c'est comme si j'avais voulu faire porter toute la discussion sur la date du 23 octobre, que M. Chasles attribue, par distraction aussi, à l'apparition de l'année 585.

» 2°. Je ne sais pourquoi M. Chasles a changé *acies igneæ* en *lances*, contre l'autorité de tous les écrivains. L'explication d'*hommes armés figurés dans des nuages* se trouve dans les écrivains du moyen-âge qui étaient contemporains du phénomène, et qui pouvaient juger des causes qui, à une époque d'ignorance, produisaient de telles illusions. Ce ne sont pas, comme le pense M. Chasles, ces apparitions qui ont cessé depuis plusieurs siècles, c'est la superstition qui a diminué dans le vulgaire et parmi les écrivains.

» 3°. M. Chasles a dit d'abord qu'il avait passé sous silence les cas d'aurores boréales. Maintenant il ajoute qu'il aurait eu tort de ne pas comprendre dans son Catalogue certains récits où l'on peut voir aussi des aurores boréales : ma remarque, donc, n'était pas inutile.

» 4°. Enfin, M. Chasles me reproche d'avoir interprété d'une manière inexacte ce qu'il dit sur l'anneau de Saturne. Je reproduis les expressions de M. Chasles, et je les livre au jugement des savants. Pour ne plus m'exposer à un semblable reproche, je cite une phrase de M. Chasles sur les calculs astronomiques, en le priant de vouloir bien me l'expliquer. »

Réplique de M. **Chasles** *à* M. Libri.

« M. *Libri*, dans sa réponse à mes observations, produit un grand nombre de critiques de détail. Je déclare ne vouloir pas suivre M. Libri sur ce terrain; et je crois consciencieusement que toute réponse à ses nouvelles critiques est parfaitement inutile. L'Académie et les lecteurs du *Compte*

rendu sont fort à même de juger, sans qu'il soit fourni d'autres explications de part ni d'autre. »

PHYSIQUE. — *Observations nouvelles sur les mouvements produits dans l'eau par le camphre; par* M. DUTROCHET.

« J'ai fait voir que le camphre placé sur l'eau attire et repousse alternativement les corps légers qui flottent dans ce liquide. Je viens d'expérimenter qu'il n'est pas nécessaire, pour que ces phénomènes aient lieu, que le camphre touche l'eau; il suffit qu'il en soit très rapproché. Je fixe une parcelle de camphre à environ 1 millimètre au-dessus de la surface de l'eau, et cela à l'aide d'un mécanisme qui me permet d'observer au microscope ce qui se passe dans cette eau qui tient en suspension de l'argile très divisée, et qui est contenue dans un vase de verre à bords très peu élevés et à fond plat. Dans cette expérience, on voit les particules d'argile se précipiter de toutes parts et avec rapidité vers le point de la surface de l'eau qui se trouve inférieur à la parcelle de camphre, et là éprouver une vive et brusque répulsion qui les éloigne rapidement en leur faisant suivre une autre route que celle par laquelle elles sont arrivées. Parvenues à une certaine distance, elles reviennent vers la parcelle de camphre pour y recevoir une nouvelle répulsion. Ainsi le point de la surface de l'eau qui est situé sous la parcelle de camphre, se trouve tangent à une multitude de tourbillons elliptiques. Si l'eau n'a que 2 ou 3 millimètres de profondeur, les particules d'argile pulvérulente qui avaient été précédemment déposées uniformément sur le fond du vase en sont enlevées dans un espace circulaire d'environ 1 centimètre, et cet espace circulaire, au-dessus du centre duquel la parcelle de camphre est fixée, demeure net et transparent, excepté à son centre où s'accumule de la matière pulvérulente argileuse. Au-delà de cet espace circulaire, le fond du vase demeure couvert du dépôt argileux. J'ai voulu voir si la parcelle de camphre qui, sans toucher l'eau, y produisait par sa seule émanation des mouvements si vifs et si singuliers, éprouverait elle-même du mouvement en la rendant librement flottante dans l'air. Pour cet effet, je l'ai suspendue à un fil de soie pris au cocon, et j'ai attaché ce fil de soie à un appareil convenablement disposé pour être placé sous un microscope à long foyer; la parcelle de camphre fut ensuite amenée jusqu'à 1 millimètre environ de la surface

de l'eau, comme dans l'expérience précédente. Je vis, comme précédemment, les particules argileuses suspendues dans l'eau offrir leurs mouvements alternatifs d'attraction et de répulsion dans des courbes elliptiques tangentes au point de la surface de l'eau situé sous la parcelle de camphre, et lorsque celle-ci eut fini d'osciller, par suite du mouvement que je lui avais imprimé, elle demeura dans le repos le plus absolu, tandis qu'elle continuait de déterminer, par son voisinage, les mouvements les plus vifs dans l'intérieur de l'eau. Ainsi, dans ce cas, elle n'éprouvait aucun effet de réaction capable de lui donner du mouvement. J'abaissai alors la parcelle de camphre jusqu'au contact de l'eau, et à l'instant elle s'agita vivement, toujours suspendue au fil de soie qui limitait l'étendue de ses oscillations; les mouvements d'attraction et de répulsion des particules argileuses devinrent alors beaucoup plus forts. Il n'est pas douteux que, dans ces expériences, les particules d'argile pulvérulente indiquaient, par leur mouvement, celui de l'eau dans laquelle elles étaient suspendues.

» Il résulte de ces expériences que c'est la solution de la vapeur du camphre dans l'eau qui seule détermine dans ce liquide les mouvements rapides qui agitent non-seulement sa surface, mais aussi sa masse jusqu'à une certaine profondeur. Ces mouvements, qui offrent exactement les mêmes apparences que les attractions et les répulsions électriques, se communiquent au camphre lui-même lorsqu'il est en contact avec l'eau. »

CHIMIE. — *Observations sur la décomposition de l'ammoniaque par les combinaisons de l'azote avec l'oxigène; par* M. **J. Pelouze**.

« Quand on met en contact, à la température ordinaire, de l'acide sulfurique avec du nitrate d'ammoniaque, ce sel entre peu à peu en dissolution et la liqueur ne présente aucun phénomène imprévu, quelles que soient les proportions ou l'état de concentration des corps qui la composent, c'est-à-dire que les réactifs y indiquent de l'ammoniaque, de l'acide sulfurique et de l'acide nitrique.

» Si le mélange contient de l'eau et si on le soumet à la distillation, on en retire d'un côté tout l'acide nitrique, d'un autre côté tout le sulfate d'ammoniaque qu'indique la théorie.

» Quand au contraire le nitrate d'ammoniaque a été privé par la chaleur de toute l'eau qu'il peut perdre sans se détruire et qu'on le chauffe

dans un très grand excès d'acide sulfurique concentré, dans cinquante fois son poids, par exemple, les choses se passent tout autrement. Le mélange laisse dégager vers 150° une quantité très considérable de protoxide d'azote, il se forme de l'eau qui s'unit à l'acide sulfurique et l'on ne retrouve ni acide nitrique ni ammoniaque dans les produits de cette réaction remarquable. Le nitrate d'ammoniaque se comporte dans cette circonstance comme il le fait d'une manière non moins curieuse, sous l'influence seule de la chaleur, et il présente l'exemple unique d'un nitrate qui ne laisse pas dégager d'acide nitrique par l'acide sulfurique, en même temps qu'il n'abandonne pas sa base à cet acide beaucoup plus stable et plus énergique que l'acide nitrique.

» Lorsqu'on diminue beaucoup la proportion de l'acide sulfurique concentré, qu'on opère, par exemple, sur 10 parties de cet acide et 1 partie de nitrate d'ammoniaque, les 75 centièmes environ de ce sel se décomposent en acide nitrique et en ammoniaque et les 25 autres en protoxide d'azote et en eau. En diminuant graduellement la proportion de l'acide sulfurique, on arrive à n'avoir plus ou presque plus de protoxide d'azote, de telle sorte qu'avec 1 équivalent de nitrate d'ammoniaque et 2 équivalents d'acide sulfurique, les phénomènes ne sortent plus des règles ordinaires de la décomposition d'un sel par un acide plus fixe.

» Ces règles s'observent encore quand, au lieu de porter à 160° un mélange de nitrate d'ammoniaque et d'un grand excès d'acide sulfurique très concentré, on entretient ce mélange à une température comprise entre 90 et 120°. Cette température, insuffisante pour déterminer la transformation du nitrate d'ammoniaque en eau et en protoxide d'azote, est cependant assez élevée pour que l'acide nitrique éliminé par l'acide sulfurique puisse distiller, et on le voit en effet passer dans les récipients, sans qu'il soit accompagné de protoxide d'azote.

» Il résulte des faits précédents, que suivant les proportions respectives de nitrate d'ammoniaque et d'acide sulfurique, suivant la température du mélange, suivant aussi qu'il renferme plus ou moins d'eau, les produits de la décomposition sont très différents.

» L'analogie indiquait que le nitrite d'ammoniaque devait se comporter d'une manière analogue. L'expérience a confirmé cette prévision. Ce sel, décomposé par une grande quantité d'acide sulfurique concentré, se transforme, comme sous l'influence de la chaleur, en eau et en azote.

» Le deutoxide d'azote semblait devoir se prêter moins bien à ces sortes

de réactions : je suis néanmoins parvenu à le décomposer avec la plus grande facilité par l'ammoniaque, moyennant encore l'intervention de l'acide sulfurique concentré. Profitant de l'observation faite récemment par M. Adolphe Rose, que l'acide sulfurique monohydraté s'unit directement avec le deutoxide d'azote, et absorbe des quantités très considérables de ce gaz, j'ai préparé cette combinaison, j'y ai fait dissoudre du sulfate d'ammoniaque, et l'ai soumise à une température d'environ 160°. Il s'en est dégagé de l'azote parfaitement pur, sans aucun mélange de protoxide ni de deutoxide d'azote.

» J'ai varié cette expérience. J'ai fait passer du deutoxide d'azote dans de l'acide sulfurique concentré mêlé de sulfate d'ammoniaque, et porté à une température de 150 à 200°. Le deutoxide d'azote a été décomposé comme dans le cas précédent, et il s'est dégagé de l'azote pur. Ce gaz n'est mêlé de deutoxide d'azote qu'autant que le dégagement de celui-ci a été trop rapide.

» La décomposition de l'ammoniaque par le deutoxide d'azote, en présence de l'acide sulfurique concentré, est si facile, l'azote qui se produit est si pur, il se dégage si régulièrement du mélange, que je ne doute pas que cette réaction ne soit désormais mise à profit par les chimistes pour la préparation de ce gaz. Ce nouveau procédé est d'ailleurs d'une grande simplicité, car il suffit de faire absorber du deutoxide d'azote à de l'acide sulfurique du commerce, et lorsqu'on veut préparer de l'azote, prendre ce composé, dont on peut faire d'avance une provision, y ajouter du sulfate d'ammoniaque, et chauffer le mélange à une douce chaleur.

» Cette réaction est d'une netteté parfaite, et ne laisse d'ailleurs rien à desirer comme mode de préparation de l'azote.

» Quant au protoxide qui prend naissance lorsqu'on chauffe un excès d'acide sulfurique concentré avec du nitrate d'ammoniaque, il n'est pas pur ; il contient constamment de l'azote, et il est parfois mêlé de quelques traces de vapeurs rutilantes. Il arrive aussi qu'une très petite quantité d'acide nitrique s'échappe du mélange, et parvient ainsi à se soustraire, par sa volatilité, à l'action ultérieure de l'ammoniaque. Toutefois la réaction principale, celle qui domine évidemment toutes les autres, est la transformation du nitrate d'ammoniaque en protoxide d'azote et en eau.

» J'ai dit précédemment que le nitrate d'ammoniaque, chauffé avec dix fois son poids d'acide sulfurique concentré, m'avait donné de l'acide nitrique en quantité telle, que le quart seulement de cet acide avait dû être

détruit. Comme j'avais remarqué dans cette réaction beaucoup de protoxide d'azote et une faible quantité, au contraire, de vapeurs rutilantes, j'avais été conduit à douter de l'exactitude complète d'un fait qu'on trouve consigné dans tous les traités de chimie, savoir, que l'acide sulfurique concentré décompose l'acide nitrique en eau dont il s'empare, en oxigène et en acide hyponitrique. Ce doute s'était changé en certitude, en voyant l'acide nitrique se dégager à 100° d'un mélange formé de nitrate d'ammoniaque et d'un énorme excès d'acide sulfurique concentré. J'ai mêlé à 500 grammes d'acide sulfurique très concentré 100 parties d'acide nitrique de la densité de 1,448. J'ai distillé lentement ce mélange, et en ai retiré 88 grammes d'acide nitrique de la densité de 1,520. Ce dernier, débarrassé par une douce chaleur de la plus grande partie des vapeurs rutilantes qui le coloraient en jaune, a été mêlé avec six fois et demie son poids d'acide sulfurique très concentré, sans qu'on ait observé une élévation sensible de température. Ce mélange était incolore, et répandait à l'air des fumées blanches extrêmement épaisses d'acide nitrique. Porté à une température qui ne s'est pas élevée au-delà de 150°, et qu'on a long-temps maintenue le plus près possible de 100°, il a laissé distiller 82 grammes d'acide nitrique dont la densité était encore de 1,520, et le point d'ébullition de 86 à 88°.

» Une troisième rectification sur de l'acide sulfurique n'a rien changé aux propriétés, à la densité, ni à la couleur de l'acide nitrique.

» Je suis porté à croire qu'il faut attribuer beaucoup moins à l'action propre de l'acide sulfurique qu'à l'action de la lumière, et surtout de la chaleur, la faible perte que l'on remarque dans les distillations réitérées de l'acide nitrique sur l'acide sulfurique. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'on éprouve sensiblement la même perte dans la distillation de l'acide nitrique monohydraté, soit qu'on le distille seul, soit qu'on le distille sur de l'acide sulfurique, et que dans les deux cas la proportion des vapeurs rutilantes est la même. Les premiers hydrates de l'acide sulfurique et de l'acide nitrique me paraissent sans action l'un sur l'autre; ils ne manifestent aucune élévation de température lorsqu'on les mêle. Rien ne prouve que l'un de ces hydrates ait plus d'affinité que l'autre pour l'eau, car si l'acide sulfurique concentré prend à l'acide nitrique faible l'eau que ce dernier contient au-delà d'un équivalent, à son tour l'acide nitrique concentré peut enlever l'eau à l'acide sulfurique aqueux.

» Les observations qui précèdent m'ont conduit à employer avec avantage l'acide sulfurique pour concentrer l'acide nitrique. Il suffit, pour avoir

ce dernier acide très concentré, de rectifier deux ou trois fois l'acide du commerce sur de l'acide sulfurique de qualité ordinaire, avec la seule précaution de ne pas porter le mélange au-delà de 140 à 150°. Une légère ébullition, et en dernier lieu quelques traces d'oxide puce ajoutées à l'acide distillé et refroidi, suffisent pour enlever à celui-ci l'acide hyponitrique qu'il peut retenir. Il ne reste pas d'ailleurs dans l'acide ainsi blanchi la plus faible quantité de plomb.

» La propriété que possède l'ammoniaque de décomposer, par son hydrogène, les divers composés oxigénés de l'azote qui sont dissous dans l'acide sulfurique, est susceptible d'une application très importante pour la purification de l'acide sulfurique du commerce. Cet acide est fréquemment souillé de deutoxide d'azote et d'acide nitrique dont la présence est nuisible dans beaucoup de circonstances. On ne connaît pas jusqu'à présent de procédé rapide et économique pour débarrasser l'acide sulfurique de ces composés nitreux. La fleur de soufre, le noir de fumée les détruisent, il est vrai, mais leur emploi est sujet à des inconvénients qui l'ont fait abandonner. Le sulfate de protoxide de fer réussit bien, mais il faut distiller l'acide ou y laisser une quantité assez considérable de sulfate de peroxide de fer. L'ammoniaque, ou plutôt le sulfate d'ammoniaque, réunit toutes les conditions qu'on peut desirer dans la purification. Les acides les plus chargés de composés nitreux en sont complétement dépouillés par un demi-centième de leur poids de sulfate d'ammoniaque, et, dans la plupart des cas, un à deux millièmes suffisent. Un essai rapide et facile permet de ne pas laisser la plus faible trace d'ammoniaque dans l'acide purifié, et de connaître exactement ce qu'il faut ajouter de sulfate d'ammoniaque dans l'acide impur. En supposant d'ailleurs qu'une trace d'ammoniaque restât dans l'acide, cela ne présenterait aucun inconvénient. Au prix actuel du sulfate d'ammoniaque, la purification de 100 kilog. d'acide sulfurique du commerce ne s'élèverait pas au-delà de 12 à 15 centimes. Il n'y a d'ailleurs absolument rien à changer à la marche actuelle de la fabrication et de la concentration de cet acide. La seule chose à faire, c'est d'ajouter dans les chaudières en plomb où l'on concentre l'acide, les 2 ou 3 millièmes de son poids de sulfate d'ammoniaque. Ce sel se dissout et l'opération marche comme à l'ordinaire.

» Les composés nitreux dont l'acide sulfurique du commerce est souillé sont la cause principale de la détérioration des chaudières de concentration en platine; c'est à leur présence qu'il faut attribuer l'altération qu'éprouve l'indigo dont la dissolution sulfurique est mêlée de matières jaunes

qui ne se forment pas avec un acide purifié. L'épuration des huiles réussit moins bien, dit-on, avec l'acide sulfurique nitreux.

» L'acide hydrochlorique, préparé en décomposant le sel marin par cet acide, contient nécessairement du chlore ou de l'eau régale, ce qui est cause de beaucoup d'inconvénients. Ces inconvénients, et plusieurs autres que je passe sous silence, n'existeront plus lorsqu'on se servira du nouveau mode de purification que je propose. »

M. DE GASPARIN fait hommage à l'Académie d'un ouvrage qu'il vient de faire paraître sous le titre d'*Essai sur l'Histoire de l'introduction du Ver à soie en Europe, et Mémoire sur les moyens de déterminer la limite de la culture du mûrier et de l'éducation des vers à soie.*

Cet ouvrage forme le IIIe volume du Recueil de Mémoires d'Agriculture et d'Économie rurale que publie M. de Gasparin.

M. FLOURENS fait hommage à l'Académie d'une nouvelle édition de son *Résumé analytique des Observations de* FRÉDÉRIC CUVIER *sur l'instinct et l'intelligence des animaux.*

RAPPORTS.

NAVIGATION. — *Rapport sur une Note de* M. CHEVAGNOUX, *relative à un nouveau procédé destiné à empêcher les ancres de chasser.*

(Commissaires, MM. Beautemps-Beaupré, Roussin rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, M. Beautemps-Beaupré et moi, d'examiner, pour lui en faire un rapport, un Mémoire présenté par M. Chevagnoux, intitulé : *Nouveau procédé pour empêcher les ancres de chasser.* Nous nous sommes conformés au desir de l'Académie.

» M. Chevagnoux croit pouvoir empêcher les ancres de chasser, en suspendant à chaque bout du jas de l'ancre un boulet de fort calibre au moyen d'un lien en fer; il espère par-là déterminer plus sûrement et plus promptement le renversement du jas, à plat, sur le fond de la mer, position nécessaire, comme on sait, pour que les branches de l'ancre, se trouvant verticales, la patte inférieure puisse s'y enfoncer. Plusieurs inconvénients nous semblent devoir résulter de cette installation : d'abord, il faut généralement éviter d'accroître la pesanteur du jas, par rapport à la partie infé-

rieure de l'ancre, afin que dans la chute de celle-ci pour le mouillage, elle conserve la verticalité nécessaire pour toucher le fond par la patte qui doit y pénétrer; c'est pour atteindre ce but que toutes les ancres d'une certaine dimension ont leur jas en bois, pour que la supériorité de pesanteur spécifique soit considérable en faveur des branches: ce serait changer cette condition essentielle que d'augmenter le poids du jas, en y attachant des boulets; la fonction du jas d'ancre ne dépend pas de son poids, mais de sa longueur et de sa position; sa longueur doit être égale à celle des deux branches, et il forme un angle droit avec le plan de celles-ci: il est évident, en effet, que quand il est couché, à plat, sur le fond, les branches se trouvant verticales, la patte inférieure est dans la meilleure condition possible pour s'y enfoncer. Aucune addition de poids ne peut être faite au jas, sans changer la condition d'équilibre du système, et les boulets de M. Chevagnoux auraient cet inconvénient. Ils seraient d'ailleurs inutiles pour solliciter l'abattement du jas sur le fond, puisque d'égal poids, et placés à la même distance du centre, ils tendraient à se balancer réciproquement. La traction du câble sur l'ancre, dans le sens de sa longueur, suffit toujours pour coucher le jas sur le fond, à moins que l'ancre ne soit engagée entre des rochers, et, dans ce cas, le moyen proposé par l'auteur du Mémoire ne suffirait pas pour y remédier.

» Son projet pèche aussi par défaut de solidité; le moyen employé pour attacher les boulets pourrait sans doute être perfectionné jusqu'à un certain point, mais il ne résisterait pas encore aux chocs violents que les ancres reçoivent en tombant de haut sur des fonds durs; il résisterait d'autant moins que le point d'attache proposé doit faire, en quelque sorte, fonction de charnière dans le mouvement qu'on veut produire.

» En résumé, le procédé proposé par M. Chevagnoux, pour empêcher les ancres de chasser, n'est pas nécessaire dans l'état actuel des choses. La traction du câble sur le centre du jas suffit presque toujours pour le maintenir à plat sur le fond; quand cet effet ne s'obtient pas, c'est que la nature du fond, trop accidentée, s'y oppose, et le moyen dont il s'agit n'y changerait rien.

» Le procédé de M. Chevagnoux augmenterait le poids de la partie supérieure de l'ancre, et c'est le contraire qu'il faut chercher. Enfin la manière dont il attache son boulet est défectueuse, et ne pourrait être améliorée qu'avec une main-d'œuvre dispendieuse qui éloignerait sans doute de l'emploi de son procédé.

» On doit d'ailleurs observer que la tenue des ancres a considérablement

gagné depuis la substitution des chaînes de fer aux câbles de matières végétales; les chaînes en fer, par leur grand poids, s'appliquant parfaitement sur le fond, ajoutent beaucoup au poids de l'ancre, qu'elles saisissent ainsi sous un angle bien plus aigu que les câbles flottants, d'où résulte la condition la plus favorable à la tenue des ancres.

» Par ces considérations, nous pensons que si le procédé de M. Chevagnoux n'est pas sans avoir quelque chose d'ingénieux, il aurait plusieurs inconvénients, et qu'il n'offre pas assez d'avantages pour être accepté dans la pratique : en conséquence nous ne croyons pas devoir en recommander l'usage aux marins. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Recherches sur l'acide hypoazotique et sur l'acide azoteux; par* M. EUG. PÉLIGOT.

(Commissaires, MM. Thenard, Dumas, Pelouze.)

« Parmi les combinaisons qui résultent de l'union de l'azote avec l'oxigène, il en est deux, l'acide hypoazotique et l'acide azoteux, qui, malgré les importants travaux dont ils ont été l'objet, présentent encore aujourd'hui des caractères incertains et des propriétés qui paraissent contradictoires. Lorsqu'on cherche, en effet, en s'appuyant sur ces travaux, si l'existence de ces deux acides à l'état isolé doit être admise; lorsqu'on se demande quelle est la nature réelle de la vapeur nitreuse, on est obligé de reconnaître que les expériences faites sur ces corps ne suffisent pas pour répondre avec certitude à ces questions.

» Les auteurs, consultés, présentent une interprétation très diverse des faits observés : les uns admettent que l'acide hypoazotique, c'est-à-dire l'acide composé de 2 volumes d'azote et de 4 volumes d'oxigène, est le seul qui ait été obtenu à l'état d'isolement; les autres considèrent l'acide azoteux, résultant de l'union de 2 volumes d'azote avec 3 volumes d'oxigène, comme existant également à l'état libre.

» On sait que l'acide hypoazotique, dont la découverte est due à Dulong, s'obtient par la caléfaction de l'azotate de plomb, et aussi, d'après cet illustre chimiste, par le contact de 2 volumes de bioxide d'azote et de 1 volume d'oxigène.

» D'après M. Mitscherlich, quand on fait agir un volume double de bioxide d'azote, l'acide azoteux se produit et peut être condensé au moyen du froid sous la forme d'un liquide vert, extrêmement volatil.

» Ce même liquide prend naissance, d'après M. Ettling, par le contact de l'acide azotique à 1,3 de densité avec l'amidon.

» Dans l'étude comparative que j'ai faite des acides obtenus par ces divers procédés, j'ai dû chercher à éviter, autant que possible, l'influence décomposante de l'eau sur ces produits : on sait aujourd'hui combien il est difficile d'amener un courant de gaz quelconque à un état de siccité absolu.

» En employant un appareil disposé de manière à éviter l'emploi des bouchons de liége, qui donnent de l'humidité aux gaz, le contact du bioxide d'azote et de l'oxigène, ces gaz étant desséchés au moyen de la potasse fondue et de l'acide phosphorique anhydre, donna naissance à un produit solide jusqu'à 9° au-dessous de zéro, cristallisé en prismes transparents, que je fus surpris d'obtenir à la place des composés liquides, incolores ou verts, signalés par Dulong et par M. Mitscherlich. Cette substance, qui se produit seule par le contact direct du bioxide d'azote avec l'oxigène, ne cristallise qu'autant que les gaz sont absolument secs ; dans nos expériences nous n'avons trouvé cette condition de siccité que pour les premiers litres de gaz qui passaient dans l'appareil dessiccateur, bien que celui-ci présentât 1 mètre de développement et contînt 1 kilogramme au moins de potasse récemment fondue.

» L'analyse de ce produit a été faite au moyen du cuivre chauffé au rouge; j'ai trouvé qu'il contient 30,4 pour 100 d'azote; il constitue, par conséquent, l'acide hypoazotique.

» Mais l'acide hypoazotique obtenu en chauffant l'azotate de plomb desséché et dont Dulong détermina la composition, étant liquide à — 18°, j'ai dû rechercher la cause de cette différence dans les caractères physiques de cet acide; en chauffant dans une cornue de porcelaine de l'azotate de plomb qui paraissait bien desséché et en fractionnant les produits dégagés, j'obtins d'abord l'acide hypoazotique liquide, parce que l'azotate de plomb contenait encore un peu d'eau, et ensuite le même acide anhydre cristallisé.

» Dans cet état de pureté, il bout à 22°; il fond à — 9°; mais une fois fondu, il n'a pas été possible de le congeler de nouveau sous l'influence d'un froid de 15 à 17° au-dessous de zéro.

» Quant au liquide vert qu'on considère comme constituant l'acide azo-

teux, j'ai trouvé qu'il présente une composition très variable. Celui qui se produit par l'action de l'acide azotique sur l'amidon, étant soumis à une nouvelle distillation, fournit d'abord un liquide vert foncé qui commence à bouillir à + 10° et qui contient 30,8 d'azote pour 100.

» En distillant ce liquide vert, la partie qui se dégage la première est bleue : elle bout à — 2°; elle renferme 33 pour 100 d'azote.

» Comme l'acide azoteux contient 37 pour 100 d'azote, ces liquides paraissent être des mélanges d'acide hypoazotique et d'acide azoteux.

» Ce même mélange existe dans le produit qu'on recueille le premier par la distillation de l'acide hypoazotique auquel on a ajouté une petite quantité d'eau : cet acide devient vert immédiatement en se transformant, comme par le contact des bases, en acide azotique qui se combine avec l'eau et en acide azoteux anhydre. En étudiant cette action de l'eau sur l'acide hypoazotique, je suis arrivé aux conséquences développées par M. Fritzsche, dans un Mémoire dont j'ai eu connaissance après que ce travail était terminé.

» Enfin ce même mélange d'acide hypoazotique et d'acide azoteux se produit encore par le contact du bioxide d'azote bien sec avec l'acide hypoazotique, l'un et l'autre de ces corps se transformant en acide azoteux : seulement il n'a pas été possible d'obtenir, par cette action, de l'acide azoteux pur, l'acide hypoazotique paraissant prendre de la stabilité lorsqu'il est mélangé avec une certaine proportion d'acide azoteux. C'est ce même mélange qui résulte, comme produit secondaire, de l'action de 4 volumes de bioxide d'azote sur 1 volume d'oxigène.

» Il paraît probable, d'après ces expériences, que l'acide azoteux pur pourra être obtenu en soumettant ces mélanges, employés en quantités assez considérables, à une distillation faite à une basse température; le produit le plus volatil qu'on recueillera pourra fournir, par de nouvelles rectifications, l'acide azoteux à l'état de pureté. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur des moyens nouveaux de produire la dessiccation, la distillation et l'évaporation avec une très grande économie de combustible, ou même par l'emploi des puissances mécaniques;* par M. **Pelletan**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Arago, Dumas, Regnault.)

« La première partie de ce Mémoire contient des observations sur la facilité plus ou moins grande avec laquelle la chaleur paraît traverser une lame de cuivre de 2 à 3 millimètres d'épaisseur.

» Je fais remarquer que les résultats obtenus dans les divers appareils usités dans les arts sont extrêmement différents, suivant leur structure, mais tous supérieurs aux quantités déterminées par M. Péclet.

» J'explique que le cas dans lequel il est question de réduire un liquide en vapeur, est fort différent de celui dans lequel il s'agit seulement d'échauffer un liquide ou un gaz; en effet, les molécules échauffées ne peuvent se déplacer que lentement, tandis que la molécule réduite en vapeur enlève instantanément tout le calorique de vaporisation.

» J'annonce que j'ai trouvé qu'une lame de cuivre chauffée d'un côté par de la vapeur à 104°, et couverte, sur l'autre face, d'un liquide à 100°, pouvait laisser passer, par mètre carré et par heure, assez de calorique pour évaporer 15^k d'eau, tandis que, dans le même cas, M. Péclet n'indique que $5^k,55$ pour le chauffage à la vapeur, et $0^k,09$ pour le chauffage sur un foyer.

» J'indique ensuite le principe de mes appareils, qui consiste à aspirer, par un moyen quelconque, la vapeur qui se forme au dessus d'un liquide en ébullition, et à la pousser, en la comprimant, dans l'appareil de chauffe de cette chaudière; j'explique que, pour obtenir ainsi une élévation de 4° de température, il suffit d'exercer sur la vapeur une pression constante de $\frac{1}{6}$ d'atmosphère, ce qui présente théoriquement une économie des $\frac{5}{6}$ du combustible aujourd'hui employé à une semblable opération; j'indique que la dépense peut être encore réduite de moitié, si l'on se contente de faire produire à la surface de chauffe $7^k,5$ de vapeur par mètre carré et par heure.

» La puissance qui change ainsi la tension de la vapeur peut être empruntée à une machine ou à toute autre force naturelle, en sorte que les plus grandes évaporations peuvent être obtenues par une chute d'eau.

» J'indique l'emploi du jet de vapeur comme moyen plus simple que la pompe, et produisant encore une économie des $\frac{3}{4}$ du combustible aujourd'hui consommé pour les évaporations.

» J'annonce que des appareils capables d'évaporer 150^k d'eau par heure sont disposés chez MM. Derosne et Cail, et seront soumis aux Commissaires.

» En résumé, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie un nouveau procédé de dessiccation, de distillation et d'évaporation, dont les effets résultent d'un léger changement de tension produit dans la vapeur par un agent mécanique quelconque, et dont les résultats sont :

» 1°. De produire l'évaporation des liquides au moyen du feu, en ne dé-

pensant que 1^k de charbon pour évaporer 30, 37, 43 et même 100^k d'eau;

» 2°. De produire à volonté toutes les évaporations au moyen d'une force mécanique, comme celle des animaux ou d'une chute d'eau, en évaporant 150^k d'eau au moins par force de cheval.

» Je n'ai indiqué qu'un petit nombre de cas de l'application de ces procédés, dont les avantages seront sentis par tout le monde.

» Je termine en faisant remarquer que les résultats obtenus dans les appareils montés chez MM. Derosne et Cail, quand ils marchent par le jet de vapeur, confirment pleinement la formule

$$X = V \frac{r}{R} \sqrt{\frac{\delta}{d}},$$

que j'ai donnée il y a douze ans dans un Mémoire lu à l'Académie, et dont Navier était le rapporteur, formule qui se trouve d'ailleurs dans les trois éditions de mon *Traité de Physique.* »

M. **Fuster** commence la lecture de la deuxième partie de ses *Recherches sur les grands hivers de la France.*

Cette lecture sera continuée dans une prochaine séance.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides nitrobromophénisique et ampélique, le chlorophényle, la chloralbine, et sur les rapports qui existent entre la composition de quelques substances organiques et leur forme cristalline. — Sur la forme cristalline de quelques composés de la série phénique; par* M. **Auguste Laurent**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Thenard, Dumas, Pelouze.)

« Dans le premier Mémoire se trouve la description des composés suivants :

» 1°. L'acide *nitrobromophénisique* est un corps très bien cristallisé, jaune, et qui forme, avec les bases, de fort beaux sels jaunes, rouges ou orangés, et qui ont la plus grande analogie avec les nitrophénésates et les nitrophénisates.

» On le prépare en versant du brome sur l'acide nitrophénésique. Sa

formule est

$$C^{24}H^4Br^2(A^2O^4)^2O + Aq.$$

Le sel amoniacal anhydre.......... ...	$nbPi + H^8Az^2O$,
— — séché à 100°...........	$nbPi + H^8Az^2O + Aq$,
— — cristallisé.............	$nbPi + H^8Az^2O + 4Aq$,
— de barium anhydre.............	$nbPi + BaO$,
— — rouge séché..........	$nbPi + BaO + Aq$,
— — jaune cristallisé.......	$nbPi + BaO + 4Aq$,
— de plomb bibasique............	$nbPi + 2PbO$,
— — cristallisé............	$nbPi + 2PbO + 2Aq$,
— — $\frac{3}{4}$ basique.............	$3nbPi + 4PbO$.

» L'acide nitrique agit sur lui d'une manière très remarquable. Les 2 atomes de brome sont remplacés par 1 équivalent d'acide hypoazotique, et l'on obtient, par conséquent, de l'acide nitrophénisique.

» 2°. Le *chlorophényle* est un corps cristallisé en paillettes jaune d'or. Sa formule est

$$C^{16}H^4Cl^4O.$$

» On le prépare en traitant l'acide chlorophénisique par l'acide nitrique. Le premier perd donc 5 équivalents de carbone et de chlore sans substitution.

» 3°. Le résultat de l'action de l'acide nitrique sur l'acide bromophénisique est extrêmement singulier; on n'obtient pas de bromophényle, mais de l'acide nitrophénisique. 3 équivalents de brome ont donc été remplacés par 3 équivalents d'acide hypoazotique;

» 4°. La *chloralbine* est un corps cristallisé en aiguilles blanches, volatil sans décomposition, et inaltérable par la potasse. Sa formule est

$$C^{24}H^{12}Cl^4.$$

» J'en conclus (en ayant égard à ses propriétés) qu'elle dérive d'un carbure d'hydrogène, dont la formule doit être

$$C^{24}H^{16}.$$

» Il se trouve mêlé avec l'acide chlorophénisique préparé avec le chlore et l'huile de houille.

» 5°. L'acide *ampélique* est blanc, cristallisé. Sa formule est

$$C^{28}H^{10}O^{5} + Aq.$$

» Il est un des produits de l'action de l'acide nitrique sur l'huile de houille.

» Dans le second Mémoire, je fais voir que tous les composés suivants sont isomorphes :

Acide nitrophénésique..........	$C^{24}H^{8}Az^{4}O^{10}$,
— nitrophénisique..........	$C^{24}H^{6}Az^{6}O^{14}$,
— chlorophénisique..........	$C^{24}H^{6}Cl^{6}O^{2}$,
— bromophénisique..........	$C^{24}H^{6}Br^{6}O^{2}$,
Nitrophénésate d'ammoniaque....	$C^{24}H^{14}Az^{6}O^{10}$,
Nitrophénisate d'ammoniaque....	$C^{24}H^{12}Az^{8}O^{14}$,
Nitrophénisate de potassium....	$C^{24}H^{4}Az^{6}O^{14}K$.

» La différence entre les angles varie de 0° à 1° ou 2°.

» L'acide nitrobromophénisique n'est pas isomorphe avec les composés précédents.

» J'en tire cette conclusion (qui est la même que celle que j'ai donnée dans ma thèse imprimée en 1837, et dans un Mémoire que j'ai présenté à l'Académie sur les chlorures naphtaliques, il y a un an) :

» En général, lorsque l'hydrogène est remplacé par son équivalent de chlore, de brome, d'oxigène, d'acide hypoazotique, etc., la *formule* et la *forme* du nouveau composé sont semblables à celles du corps qui lui a donné naissance.

» Mais cette loi peut être modifiée, 1° par le dimorphisme; 2° par l'isomérie; 3° par une cause que j'indique dans mon Mémoire.

» Pour que cette loi devienne évidente, il faut nécessairement rejeter les formules brutes que l'on a cherché récemment à introduire dans la science, et admettre que dans des corps composés il peut exister de groupes de corps composés.

» Si l'on emploie les équivalents au lieu des atomes, et si l'on représente par X l'acide hypoazotique $Az^{2}O^{4}$, les composés de la série du phényle se formuleront de la manière suivante :

Acide phénique ou hydrate de phényle.	$C^{12}H^5O$	+ HO,
— chlorophénésique	$C^{12}H^3Cl^2O$	+ HO,
— chlorophénisique	$C^{12}H^2Cl^3O$	+ HO,
— bromophénisique	$C^{12}H^2Br^3O$	+ HO,
— nitrophénésique	$C^{12}H^3X^2O$	+ HO,
— nitrophénisique	$C^{12}H^2X^3O$	+ HO,
— nitrobromophénisique	$C^{12}H^2BrX^2O$	+ HO,
Nitrophénésate d'ammonium	$C^{12}H^3X^2O$	+ AmO,
Nitrophénisate d'ammonium	$C^{12}H^2X^3O$	+ AmO,
Nitrophénisate de potassium	$C^{12}H^2X^3O$	+ KO.

1°. Le chlore	est isomorphe avec	l'hydrogène;
2°. —	—	l'acide hypoazotique;
3°. —	—	le brome (ce qui était déjà connu);
4°. L'acide hypoazotique		l'hydrogène;
5°. —	—	le brome;
6°. Le brome	—	l'hydrogène;
7°. Le potassium	—	l'hydrogène;
8°. L'ammonium	—	l'hydrogène;

ou bien

L'oxide de potassium	—	l'eau;
L'oxide d'ammonium	—	l'eau.

» L'isomorphisme de l'ammonium avec le potassium et avec l'hydrogène prouve donc que dans des corps composés il peut exister des groupes d'atomes.

» L'isomorphisme de l'hydrogène, du chlore avec l'acide hypoazotique, prouve encore la même chose. »

M. **Passot** adresse une Note à l'occasion du Mémoire sur les *roues à réaction* lu par M. *Combes* dans la précédente séance.

M. Passot combat quelques-unes des considérations présentées par M. Combes, et pour d'autres il élève une réclamation de priorité.

(Renvoi à l'examen de la Commission chargée de faire un rapport sur le Mémoire de M. Combes.)

M. **Bourjot** écrit relativement à la *myopie* résultant de l'action des muscles droits sur le globe de l'œil, et rappelle les idées qu'il a émises à ce

sujet, dans un Mémoire présenté à l'Académie au mois de janvier 1839. Suivant lui, l'habitude d'examiner de très près des objets dont on étudie les détails, devient fréquemment la cause d'une myopie qu'on peut combattre d'abord en se livrant à des occupations qui exercent la vision dans un sens opposé, mais qui plus tard devient en quelque sorte constitutionnelle.

(Renvoi à la Commission du strabisme et du bégaiement.)

M. Blein soumet au jugement de l'Académie un *Tableau synoptique de tous les accords consonnants et dissonants*. M. Blein fait remarquer que ce tableau, bien qu'imprimé, est encore inédit et destiné à faire partie d'un Dictionnaire de musique dont la publication est prochaine.

(Commissaires, MM. Arago, Pouillet, Sturm.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique invite l'Académie à vouloir bien désigner une Commission qui aura à se prononcer sur la valeur de divers procédés qu'on a proposés pour la restauration des peintures existant encore sur des monuments du moyen-âge, mais qui ont été recouvertes, à une époque postérieure, d'un badigeon qu'il s'agit d'enlever sans altérer les couleurs de la peinture sous-jacente.

(Renvoi à la section de Chimie.)

chimie appliquée. — *Sur un nouveau mode d'essai des chlorates* Cl^2O^5, B *du commerce.* — Extrait d'une lettre de M. Choron.

« ... Le protoxide de plomb chauffé dans un tube de verre fermé par un bout avec du chlorate de potasse, donne de l'oxide puce de plomb PbC^2, mélangé d'une petite quantité de minium. C'est sur cette réaction nouvelle qu'est fondé l'essai que je propose à l'égard des chlorates. Il consisterait à chauffer lentement et jusqu'à fusion un mélange intime de chlorate et de litharge en proportion convenable, en recouvrant d'une couche de chlorure de sodium; à traiter la masse fondue par l'acide nitrique étendu; puis à recueillir sur un filtre l'oxide puce obtenu, à l'aide duquel on calculerait approximativement la quantité de chlorate employée.

» Ce procédé, prompt et peu coûteux, me paraît assez approximatif pour être employé dans les arts. »

M. **Burdin**, ingénieur en chef des Mines, demande à être inscrit sur la liste des candidats pour la place de Correspondant vacante dans la section de Mécanique, par suite du décès de M. *Fabre*, de Draguignan. A la lettre de M. Burdin est jointe une liste imprimée de ses travaux.

(Renvoi à la section de Mécanique.)

M. **Colombat**, de l'Isère, écrit relativement à une opération qu'il a faite, le 19 février, sur un jeune homme affecté d'un *bégaiement* qu'il désigne sous le nom de choréique lingual.

M. Colombat a inventé pour cette opération divers instruments dont l'indication se trouve dans le nouveau Catalogue de M. Charrière, publié au mois de février dernier. Il annonce d'ailleurs que, dans le cas dont il vient d'être question, la glossotomie n'a eu qu'un succès incomplet. Il considère cette opération comme une méthode exceptionnelle de traitement, laquelle est loin d'être applicable à tous les bégaiements et, selon lui, ne dispense, au reste, presque jamais des exercices orthophoniques.

M. **Ducros**, en réponse à une réclamation de priorité élevée par M. *Deleau*, relativement à la *cautérisation pharyngienne* dans le traitement de certaines surdités, fait remarquer qu'il n'a point prétendu être le premier qui ait fait usage de ce moyen; mais que, tandis qu'avant lui on y avait eu recours pour combattre une inflammation chronique de l'arrière-bouche, de la trompe et de l'oreille moyenne, lui, au contraire, l'emploie contre l'atonie des nerfs auditifs, et après s'être assuré, par un moyen qui lui est propre, de la possibilité de réveiller la sensibilité de ces nerfs. M. Ducros pense qu'on ne pourrait pas avec plus de fondement lui contester la priorité pour le procédé opératoire.

M. **Longet** prie l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Commission chargée de faire un rapport sur ses *expériences concernant les racines des nerfs spinaux et les faisceaux de la moelle épinière*. M. Longet annonce que deux membres de la Commission, MM. Flourens et de Blainville, ont déjà été témoins de ces expériences.

M. **Maillot** rappelle qu'en décembre 1836, il a adressé à l'Académie, pour le concours aux prix de Médecine et de Chirurgie, deux ouvrages intitulés, l'un *Recherches sur les fièvres intermittentes du nord de l'Afrique*, l'autre *Traité des fièvres ou irritations cérébro-spinales intermittentes*. « Ces deux ouvrages, dit M. Maillot, n'ont pas été mentionnés dans le rapport de la Commission, et sans doute plusieurs des idées que j'y avais émises ont dû sembler paradoxales, parce que les faits sur lesquels elles reposaient n'étaient pas suffisamment connus en France. Aujourd'hui que les maladies de l'Algérie ont été mieux étudiées, qu'on possède un plus grand nombre d'observations qui font ressortir les différences existant entre ces maladies et celles de notre pays, telle doctrine qui devait paraître au moins hasardée, a acquis de la consistance et serait, je n'en doute pas, regardée d'un œil plus favorable par les mêmes juges qui l'avaient précédemment repoussée. C'est d'après ces considérations que je me détermine à prier l'Académie de vouloir bien admettre de nouveau au concours, pour les prix Montyon, les deux ouvrages ci-dessus mentionnés. »

Il sera répondu à M. Maillot que, s'il veut transmettre en temps utile les observations qui viennent à l'appui des doctrines émises dans ses deux ouvrages, ses recherches, sous leur nouvelle forme, seront renvoyées à l'examen d'une nouvelle Commission.

M. **Couppel du Lude** adresse une Note sur les *globes de feu* et les *aurores boréales*.

L'Académie accepte le dépôt de deux paquets cachetés présentés, l'un par M. **Donné**, l'autre par M. **Laurent**.

Elle accepte également le dépôt d'une caisse cachetée envoyée par M. **Simon**, et annoncée comme contenant des objets relatifs à une nouvelle méthode pour la *conservation des oiseaux*.

La séance est levée à 5 heures. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 13, in-4°.

Résumé analytique des observations de F. Cuvier, *sur l'instinct et l'intelligence des Animaux; par* M. Flourens: 1841, in-8°.

Essai sur l'Histoire de l'introduction du Ver à soie en Europe; par M. le comte de Gasparin; 1841, in-8°.

Conseil municipal de Lyon. — Rapport fait au nom de la Commission spéciale chargée de l'examen d'un crédit pour l'établissement d'une École préparatoire de Médecine et de Pharmacie à Lyon; par M. Prunelle; in-4°.

Des maladies de la Femme; par M. Cavarra; in-16.

Faculté de Médecine de Paris. — Concours pour une Chaire de Médecine opératoire. — De l'opération de l'Empyème; Thèse par M. Sédillot; 2e édition, in-8°.

Agriculture du département du Nord; par M. Rendu; 1841, in-8°.

Documents sur l'art d'élever les Vers à soie; par M. de Lubac; in-8°.

Métrologie médicale et pharmaceutique. — Rapports exacts et précis entre les anciens Poids en usage en médecine et les Poids métriques de 1840; *par* M. Durieu-Lacroix; 1840, in-32.

Histoire naturelle des Fables de la Fontaine, d'après les descriptions de Buffon, contenant un Précis des phénomènes qui s'y rattachent; par M. Julia de Fontenelle; 1841, in-12.

Traité élémentaire d'Arithmétique à l'usage des Écoles primaires; par M. Lucchesini; 1841, in-8°.

Chemins de fer américains. — Historique de leur construction; par M. G. Tell Pousin; 1836, in-4°.

Examen comparatif de la question des Chemins de fer en 1839; *par* le même; 1839, in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; n° 66, in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; tome 7, avril 1841, in-8°.

Revue des Spécialités et des Innovations médicales et chirurgicales; février 1841, in-8°.

Revue zoologique; par la Société Cuviérienne; n° 3, in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; mars 1841, in-8°.

Journal des Haras; avril 1841, in-8°.

Le Technologiste; avril 1841, in-8°.

Journal des Connaissances nécessaires et indispensables; avril 1841, in-8°.

Journal des Connaissances utiles; mars 1841, in-8°.

Nouvelle Théorie de Chimie organique basée sur les lois de la combinaison binaire; par M. H. LAMBOTTE; Bruxelles, 1840, in-8°.

Bibliothèque universelle de Genève; février 1841, in-8°.

Proceedings .. *Procès-Verbaux de la Société royale de Londres;* 10 décembre 1840; 25 février 1841, in-8°.

On the... *Sur la Structure géologique des régions centrale et septentrionale de la Russie d'Europe; par* MM. R.-J. MURCHISON et DE VERNEUIL; in-8°.

The Athenæum; janvier 1841, in-8°.

The London Phallanx... (*Théorie de* CH. FOURIER); n° 1er, in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 419, in-4°.

Della Fecondita... *De la Fécondité et de la Proportion des sexes dans les naissances des Animaux vertébrés;* tome Ier, fascicule 1er, et tome III; Turin, 1840, in-4°.

Della influenza... *De l'influence du boire et du manger sur la fécondité et de la proportion des Sexes du genre humain; par* le même; Turin, in-4°.

Della restituzione... *De la restitution de notre système de poids, mesures et monnaies à son ancienne perfection; par* M. AFAN DE RIVERA; 2e édition; Naples, 1840, in-8°.

Tavole di... *Tables des réductions des poids et mesures de la Sicile*

citérieure à ceux qui ont été statués par la loi du 6 *avril* 1840; *par* le même; 1840, in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome 9, n° 14.

Gazette des Hôpitaux; n° 40—42.

L'Expérience; n° 196.

La France industrielle; 1er avril 1841.

ERRATA.

(Séance du 15 mars 1841.)

Dans le *Compte rendu* de la séance du 15 mars, on a omis à l'impression le paragraphe suivant :

L'Académie, sur la demande de la section de Minéralogie, a décidé qu'il serait écrit à M. le Ministre de la Marine à l'effet d'obtenir pour M. Leguillou, chirurgien-major de *la Zélée*, une permission de prolonger son séjour à Paris le temps nécessaire pour qu'il pût donner aux membres de la Commission chargée du Rapport sur les résultats scientifiques du voyage de *l'Astrolabe* et *la Zélée*, les renseignements relatifs au gisement des minéraux et des roches qu'il a collectés dans le cours de l'expédition.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 AVRIL 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Remarques relatives aux nouvelles observations de* M. Dutrochet, *sur les effets mécaniques de la vaporisation du camphre, insérées au dernier numéro des* Comptes rendus; *par* M. **Biot.**

« Je demande à notre confrère la permission de lui faire remarquer que le pouvoir mécanique exercé par le camphre, *à distance,* a été établi et annoncé depuis bien des années, dans l'ancien *Bulletin de la Société Philomatique,* tome III, page 42. La publication date du 9 fructidor an VII, autrement dit le 27 août 1801. Il y a aujourd'hui de cela près de quarante ans.

» L'attention des physiciens avait été dès long-temps attirée sur ce sujet, par les recherches de Volta, de Brugnatelli et de Bénédict Prévost. Ce dernier surtout les avait infiniment variées dans deux Mémoires adressés à l'Institut en 1797, dont on trouve un court extrait dans le tome I^er du même *Bulletin,* n^os 1 et 8, ainsi que dans les tomes XXI et XXIV des anciennes *Annales de Chimie.* Il avait étendu à une multitude de substances

odorantes, la propriété de se mouvoir spontanément étant déposées sur l'eau, que l'on avait supposée jusque alors appartenir seulement au camphre et aux acides benzoïque et succinique. Malheureusement pour lui, il avait appliqué à ces faits un système d'explication assez hypothétique, et plus facile à combattre qu'à remplacer par un meilleur. Aussi fut-il attaqué par Venturi et Carradori; ce qui provoqua, de la part de Bénédict Prévost, un nouveau travail extrêmement curieux qu'il adressa à la Société Philomatique (1). Chargé d'en faire, pour le *Bulletin*, un court extrait, car nous étions fort concis alors, je m'attachai à en signaler surtout les résultats dont les circonstances étaient les moins complexes, et qui étaient aussi les plus propres à caractériser la cause mécanique du phénomène, indépendamment de tout système. Par exemple, le mouvement du camphre et de l'acide benzoïque sur le mercure, bien net et bien sec, comme sur l'eau; puis, le mouvement du camphre et de l'éther sur l'eau sans contact immédiat, mais étant simplement déposés sur de petits disques métalliques, auxquels l'effort de réaction se communiquait. Tout cela semblait bien déjà indiquer que le phénomène était opéré par l'émission d'un fluide élastique, et c'était aussi ce que Bénédict Prévost avait conclu. Seulement, au lieu d'y voir une simple vaporisation des substances odorantes, et de distinguer les effets analogues que la seule capillarité pouvait faire produire à celles qui ne le sont pas, il imaginait généralement un certain fluide répulsif, émis par tous les corps, et auquel il attribuait ces résultats. Puis, on aurait bien pu lui objecter que des substances vaporisables, comme l'éther et le camphre, étant déposées sur des disques solides très minces, se mettaient peut-être en communication invisible le long de leur surface, avec les liquides sur lesquels ils flottaient; de sorte que le fait décisif, d'une action mécanique exercée à distance, pouvait ne pas paraître prouvé en toute rigueur. C'est pourquoi je jugeai nécessaire d'ajouter, à ces présomptions déjà si fortes, quelques expériences qui me semblaient décider la question. Et comme elles sont déjà si anciennes, et si oubliées, qu'elles peuvent avoir quelque air de nouveauté, je demande la permission de les reproduire ici dans les mêmes termes où elles furent publiées alors.

» Si l'on taille en cône un morceau de camphre, du poids de quelques

---

(1) C'est, je crois, le même qui a été imprimé plus tard dans le tome XL des anciennes *Annales de Chimie*, avec de nouveaux développements.

» grains, et qu'on l'approche à la distance de quatre ou cinq millimètres
» d'une très petite parcelle d'or battu flottant sur l'eau, en le présentant
» par la pointe, cette petite parcelle est repoussée; et l'on peut la conduire
» ainsi dans toute l'étendue du vase, sans qu'il soit jamais possible de la
» toucher. Il faut que l'eau soit bien pure, et le vase parfaitement net-
» toyé. On peut tenir le morceau de camphre avec des pinces (métalliques),
» ou au bout d'un tube de verre; il doit être taillé en cône, comme nous
» l'avons dit. Un morceau plus gros, et d'une forme irrégulière, envelop-
» perait le corps léger dans son atmosphère, et il ne se mouvrait pas avec
» autant de facilité.

» On obtient les mêmes effets en employant, au lieu de camphre, un
» petit morceau d'éponge fine imbibé d'eau camphrée; ou simplement un
» tube de verre chargé, à son extrémité, d'une goutte de cette même dis-
» solution.

» Si l'on recouvre une assiette de porcelaine d'une couche d'eau très
» mince, et qu'on en approche, à la distance de quelques millimètres, le
» morceau de camphre de l'expérience précédente, en le présentant par sa
» pointe, de manière que l'axe du cône soit perpendiculaire à la surface
» de la couche, l'eau s'écarte au-dessous du cône, et forme un cercle con-
» centrique avec lui. L'intérieur de ce cercle est coloré par des anneaux iri-
» sés, qui partent du prolongement de l'axe (du cône), et s'étendent du
» dedans au dehors avec un mouvement très rapide. Après quelques ins-
» tants, le cercle se décolore du centre à la circonférence, et l'iris finit par
» disparaître, soit que l'on prolonge, ou non, la présence du cône au-des-
» sus de la surface de la couche. Il est indifférent que l'on tienne la cap-
» sule horizontale ou verticale. Le cercle s'établit toujours perpendiculai-
» rement à l'axe du petit cône de camphre. J'ai observé ces phénomènes
» à la température de 15° du thermomètre de Réaumur.

» Enfin, si l'on jette sur l'eau un petit morceau d'éponge fine, imbibé
» d'éther, il se met à l'instant en mouvement, comme le camphre. On
» entend un sifflement pareil à celui de l'eau qui se vaporise sur un fer
» chaud. Si l'on regarde horizontalement la surface de l'eau, en se met-
» tant devant une fenêtre bien éclairée, on voit sortir de l'éponge des jets
» pétillants, qui s'étendent en serpentant sur la surface de l'eau, à quel-
» ques centimètres de distance, et y produisent des iris semblables à ceux
» de l'expérience précédente. Ces iris disparaissent bientôt. Pendant cette
» émission l'éponge a un mouvement progressif et un mouvement de ro-

» tation, qui sont évidemment dus à ces petits jets, auxquels on la voit
» constamment obéir.

» De ces trois expériences, les deux premières nous apprennent que le
» camphre agit sur l'eau, *à distance*, et sans la toucher. La troisième
» nous rend sensible la manière dont ses mouvements peuvent s'exécuter
» sur ce liquide.

» Je crois que, de ces faits on peut déduire, comme certaines, les con-
» clusions suivantes :

» Le camphre se meut sur l'eau par l'émission des parties qui le com-
» posent, émission qui devient sensible à nos sens par l'odeur qu'elle pro-
» duit, et par les répulsions qu'elle exerce contre les petits corps légers
» flottants sur l'eau.

» Cette émission se fait de tous les points de la surface du camphre;
» mais elle est plus rapide dans la section qui est à fleur d'eau, parce que
» les particules qui se répandent sur ce liquide, s'étendant sur une plus
» grande surface, sont plus tôt dissoutes (on dirait aujourd'hui vaporisées)
» dans l'air.

» La résultante de ces diverses impulsions ne passant pas par le centre
» de gravité du morceau de camphre, ce centre a un mouvement progres-
» sif, et le corps a un mouvement de révolution autour de lui. La figure
» du morceau de camphre changeant à chaque instant, le mouvement de
» son centre de gravité n'est ni uniforme ni rectiligne. Il varie sans cesse,
» aussi bien que la vitesse angulaire de rotation. L'évaporation se faisant
» principalement à la surface de l'eau, le mouvement de rotation s'établit
» autour de l'axe qui est perpendiculaire à cette surface, et qui passe par
» le centre de gravité du corps.

» Comme, toutes choses égales d'ailleurs, l'émanation des particules du
» camphre est proportionnelle à l'étendue de sa surface, et que les sur-
» faces croissent seulement comme les carrés, tandis que les masses crois-
» sent comme les cubes des dimensions homologues, la vitesse du camphre
» doit être d'autant plus grande que son volume est plus petit; et par
» conséquent son mouvement doit s'accélérer à mesure qu'il s'évapore, ce
» qui est conforme aux expériences (1). »

---

(1) J'ajoute aujourd'hui que Venturi avait déjà exprimé ces idées mécaniques, sous une forme à peu près semblable, dans son Mémoire en réponse à Bénédict Prévost, inséré au tome XXI des anciennes *Annales de Chimie*. Mais il n'avait pas fait l'expérience de l'action à distance.

» Voilà ce que j'écrivais en 1801. Cela suffisait, je crois, pour établir que le camphre agit sur l'eau à distance, et que ses mouvements sur ce fluide sont dus à la réaction mécanique produite sur lui-même, par la résistance que sa vapeur éprouve en s'élançant contre le liquide qui l'environne, principalement dans la section à fleur d'eau où cette émission est de beaucoup la plus abondante. Aujourd'hui que l'on connaît mieux les lois de l'équilibre des vapeurs, et de leur distribution statique, on pourrait utilement chercher en quoi consiste cette force d'émission qui les lance par jets intermittents, au contact de l'eau, comme on vient de le voir dans les expériences précédentes; et, en prenant soin d'étudier ces effets mécaniques dans leurs conditions les moins complexes, on arriverait probablement à en tirer des notions de physique moléculaire sur l'état des corps près de leur surface, qui auraient des conséquences très importantes. »

Réponse de M. **Dutrochet** *à* M. Biot.

« 1°. Je n'ai prétendu nulle part être le premier qui ait observé que, sans toucher l'eau, le camphre produit des effets de mouvement *à la surface* de ce liquide. Bénédict Prévost a vu une parcelle de camphre placée sur une petite feuille d'or flottante sur la surface de l'eau, donner à cette feuille un mouvement de progression; il a vu une substance bien plus volatile que le camphre, l'éther placé dans une capsule à 20 millimètres au-dessus de la surface de l'eau, déterminer par sa vapeur le mouvement de feuilles d'or qui flottaient sur ce liquide. M. Biot a vu l'émanation du camphre mouvoir de même une feuille d'or flottante sur l'eau. Je ne connaissais point une autre expérience de M. Biot, expérience dans laquelle il a vu un petit morceau de camphre présenté par sa pointe conique très près de la surface de l'eau, y déterminer un écartement concentrique de ce liquide. Tous ces phénomènes n'offrent que des mouvements *à la surface de l'eau*. Or, j'ai fait voir le premier qu'une parcelle de camphre, très rapprochée de la surface de l'eau, détermine *dans l'intérieur de ce liquide* et jusqu'à une certaine profondeur, les mêmes mouvements de circulation qu'elle y produit lorsqu'elle est en contact avec lui. Ce que j'ai découvert ici est donc tout-à-fait distinct de ce qui appartient à mes prédécesseurs.

» 2°. Il me restait à savoir si ce mouvement de circulation, observé dans l'intérieur de l'eau aux environs de la parcelle du camphre placée à une

petite distance de la surface de ce liquide, provenait d'une *action mécanique* produite par l'émission de la vapeur du camphre. Mon expérience, dans laquelle la parcelle de camphre très rapprochée de la surface de l'eau était librement suspendue à un fil de soie, a répondu à cette question. Des mouvements circulatoires, qu'on pourrait dire impétueux, ont eu lieu dans l'eau et la parcelle de camphre est demeurée complétement immobile, malgré son excessive mobilité. Cela prouve, d'une manière irréfragable, que ces mouvements circulatoires ne sont point produits mécaniquement par une effluve qui, émanant rapidement du camphre, donnerait ce mouvement à l'eau en la frappant; puisque, dans ce cas, il y aurait une réaction ou un effet de recul qui ferait osciller la parcelle de camphre elle-même. Il y a là, à mon avis, développement d'une force particulière à laquelle donnerait naissance l'action chimique de la dissolution de la vapeur du camphre dans l'eau. »

M. Biot, étant obligé de quitter Paris le lendemain même de la séance, et devant rester absent pendant toute la semaine, il se trouve dans la nécessité de remettre à lundi prochain la rédaction de la réplique qu'il a faite à M. *Dutrochet*.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Note sur un fait relatif à la chlorométrie; par* M. Gay-Lussac.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie un fait qui a de l'intérêt pour la chlorométrie, mais dont je ne donnerai les détails que dans un Mémoire que je compte lui soumettre bientôt.

» M. Caron, propriétaire d'une belle blanchisserie à Beauvais, m'avait écrit qu'une dissolution de chlorure de chaux, d'un titre connu (100° par exemple), essayée de nouveau le lendemain, le surlendemain, etc., augmentait successivement de titre, jusqu'à marquer 200, 400° même. L'expérience faite dans mon laboratoire n'avait eu d'abord aucun succès; mais cela tenait à ce que M. Caron ne m'avait point indiqué la circonstance essentielle à sa réussite. Cette circonstance que j'ai connue plus tard, consiste à exposer la dissolution de chlorure de chaux à la lumière solaire. Essayée alors avec l'acide arsénieux, elle donne effectivement un titre qui semble croître rapidement jusqu'à décupler et même centupler; mais c'est une fausse apparence. Le chlorure de chaux ou chlorite $ClO + CaO$,

se transforme à la lumière en hypochlorate de chaux $ClO^4 + CaO$, qui n'est plus sensible à l'action immédiate de l'acide arsénieux (1). Le nitrate de mercure protoxidé agit au contraire de la même manière sur les deux sels; c'est-à-dire que, à part une faible altération de titre due à une autre cause, il donne le même résultat pour le chlorite et l'hypochlorate.

» Cette transformation remarquable du chlorite de chaux en hypochlorate n'ayant lieu qu'à la lumière directe du soleil et non par la lumière diffuse, ne diminue en rien la confiance qu'on doit avoir en l'acide arsénieux comme réactif fidèle pour la chlorométrie. »

M. GAY-LUSSAC dépose un paquet cacheté.

BOTANIQUE. — *Recherches générales sur l'Organographie, la Physiologie et l'Organogénie des végétaux; par* M. GAUDICHAUD.

« J'ai demandé la parole pour avoir l'honneur d'offrir à l'Académie le Mémoire qui, en 1835, a partagé le prix de Physiologie expérimentale, fondé par feu de Montyon, et qui vient d'être imprimé dans le 8e volume des *Savants étrangers*.

» Je prierai l'Académie de vouloir bien me permettre de lui donner quelques renseignements sur ce premier Mémoire comme sur ceux qui doivent le suivre et qui en forment le complément.

» Dire que le travail que j'ai entrepris doit successivement traiter de l'Organographie, de la Physiologie et de l'Organogénie générales des végétaux, c'est indiquer l'étendue et j'oserais presque dire l'importance de la tâche que je me suis imposée.

» Cette tâche, je n'ai point eu la prétention de l'accomplir seul et par mes seuls moyens; un homme, quel qu'il soit, ne saurait mener de front tant de choses à la fois, s'il ne s'aidait avant tout des travaux de ceux qui l'ont devancé dans la carrière et de ceux qui y marchent avec lui; s'il ne s'appuyait d'abord sur les bases solides qu'il a rencontrées partout, dans les recherches des autres comme dans les siennes propres.

» Mais avant d'entrer dans le champ vaste et peut-être généralement trop exploré de la discussion, avant de mettre en regard les éléments di-

---

(1) C'est peut-être le mélange atomique $ClO^3 + ClO^5$ que M. Millon annonce avoir obtenu par l'action directe de l'acide hypochlorique sur les bases.

vers qui composent aujourd'hui cette partie de la science, il m'a paru nécessaire de faire connaître non-seulement ceux que j'ai choisis pour base de mon travail, mais encore les théories qui en découlent naturellement et d'indiquer aussi le but que je me propose d'atteindre.

» Ce but, Messieurs, n'est pas aussi ambitieux qu'on s'est complu à le dire; ce n'est point une réforme obligée que je viens tenter d'établir dans la science, mais simplement un projet de réforme dont j'ai cru reconnaître l'opportunité, et qu'il m'a paru nécessaire de soumettre au jugement de l'Académie des Sciences, comme je le livre aujourd'hui au jugement et à la critique des savants de tous les pays.

» Mais, je l'ai déclaré hautement, et je crois devoir en renouveler l'assurance devant l'Académie, je n'attache aucune importance personnelle à ce travail, et si l'on me démontre, comme on a promis de le faire, que je me suis trompé, que la voie scientifique dans laquelle je me suis engagé est douteuse et même moins vraie que celle qui a généralement été suivie jusqu'à ce jour, je suis tout prêt à l'abandonner.

» Les recherches générales que j'ai entreprises, guidé par l'espoir d'apporter quelques perfectionnements à la science des végétaux, datent particulièrement de 1830. Elles m'ont conduit à des résultats qui m'ont paru importants, et qui, arrêtés en 1833, ont été jugés tels par des hommes qui occupent le premier rang en Histoire naturelle générale, en Organographie et en Physiologie. Aussi n'est-ce que d'après leurs conseils qu'en 1835, j'en ai présenté le résumé à l'Académie des Sciences qui, cette année même, l'a jugé digne de partager le prix de Physiologie expérimentale.

» Alors encore tout était en question sur l'organographie générale des végétaux; les immenses travaux des anciens phytologistes et ceux bien plus remarquables encore des modernes n'ayant été dirigés que vers des points, fort importants sans doute, mais isolés, rien n'avait été convenablement arrêté sur l'ensemble de l'organisation des végétaux, sur les rapports directs des parties qui les constituent, pas plus que sur leurs fonctions et les forces qui les produisent.

» Le point qui, à cette époque, occupait le plus les phytologistes était celui de l'accroissement des tiges: grande et belle question qui inspira tant de choses utiles, mais sur laquelle, il faut bien le reconnaître, on n'avait décidément rien dit de positif et de prouvé, par la raison toute simple que cette question est secondaire et ne pouvait se résoudre que par la solution d'une première question fondamentale; et que celle-ci non-seulement

n'avait pas été résolue, mais on peut le dire, n'avait même pas été complétement vue.

» Je veux parler de la question qui se rattache au plan général de l'organisation des végétaux.

» L'Académie n'a sans doute pas oublié cette noble lutte qui, dans ce temps, se livrait devant elle; lutte mémorable dans laquelle tant de talents ont été mis en présence, tant de faits importants ont été produits au grand jour; lutte toutefois restée sans résultats définitifs, et pendant laquelle l'un des plus ardents et des plus fervents combattants a succombé, mais sans reconnaître de vainqueur, emportant avec lui, pour toute consolation d'un non-succès, son amour pour la vérité joint à ses profondes et religieuses convictions scientifiques.

» C'est sur le même terrain, à peu près, où Aubert Du Petit-Thouars a succombé de fatigue que, bien malgré moi je l'avoue, je me suis trouvé conduit par mes propres recherches. Mais en cela je me suis trouvé guidé ou pour mieux dire entraîné par des faits si beaux, si nombreux, si concluants que, alors même que je me serais trompé, chacun conviendra que je ne pouvais réellement pas me soustraire à leur puissante influence.

» Mes croyances, pour n'être pas précisément les mêmes et pour ne pas reposer sur des bases absolument semblables, n'en sont pas toutefois moins fortes et moins profondes.

» Je suis parti, dans mes recherches, de deux principes qui ne seront, j'espère, contestés par personne:

» 1°. Tout dans les végétaux commence par un bourgeon;

» 2°. Tout bourgeon commence par un individu simple, double ou multiple. J'appelle bourgeon simple (phyton simple) celui des monocotylédones, par exemple, qui est primitivement formé d'un seul individu vasculaire simple, c'est-à-dire n'ayant qu'un seul système vasculaire et un seul cotylédon ou feuille.

» Cet individu, quel que soit son mode particulier de développement, est toujours composé, d'une manière plus ou moins complète, de quatre parties distinctes :

» 1°. Une tigelle ou mérithalle tigellaire;

» 2°. Un pétiole ou mérithalle pétiolaire;

» 3°. Un limbe ou mérithalle limbaire;

» 4°. Une radicule. Celle-ci ne se développe généralement que dans l'acte de la germination; elle est de formation secondaire. Les autres parties sont soumises à de nombreuses modifications.

» J'appelle bourgeon double ou multiple celui des dicotylédones, par exemple, qui est primitivement formé de deux (cas normal) ou de plusieurs (cas anormal) individus simples, c'est-à-dire, de deux ou plusieurs systèmes vasculaires simples mais réunis, c'est-à-dire de deux ou de plusieurs cotylédons ou feuilles plus ou moins complétement distincts ou libres.

» Cet individu double (phyton double) ou multiple, quel que soit aussi son mode particulier de développement, est également composé de quatre parties variables, dont deux sont doubles, triples, etc.

» 1°. Une tigelle ou mérithalle tigellaire simple en apparence, mais procédant de deux ou de plusieurs systèmes vasculaires;

» 2°. Deux ou plusieurs pétioles ou mérithalles pétiolaires, dont le nombre est toujours en rapport avec celui des systèmes vasculaires des tigelles;

» 3°. Deux ou plusieurs limbes ou mérithalles limbaires;

» 4°. Une radicule qui est aussi de formation secondaire.

» Dans le bourgeon simple comme dans le bourgeon double, etc., les mérithalles qui renferment les trachées, forment le système ascendant des végétaux; la radicule forme le système descendant.

» J'omets à dessein de parler ici des modifications qu'on rencontre souvent et qui sont produites par des avortements ou des inégalités de développement, etc. Dès que le bourgeon ou l'embryon simple, double ou multiple, est formé; avant même que les tissus élémentaires en soient complétement solidifiés, on voit déjà un second bourgeon se constituer, puis un troisième, un quatrième, et enfin un nombre généralement fixé pour chaque âge ou pour chaque partie d'un végétal.

» Si c'est un bourgeon de monocotylédone qu'on observe, on remarque que les phytons qui le constituent sont primitivement emboîtés les uns dans les autres et sont tous parfaitement semblables dans leur composition organique, c'est-à-dire qu'ils ont tous un système vasculaire à part et, d'une manière aussi plus ou moins complète, un mérithalle tigellaire, un mérithalle pétiolaire et un mérithalle limbaire.

» Ces parties, les inférieures surtout, sont généralement peu visibles dans le jeune âge et dans certains végétaux à mérithalles tigellaires très courts, tels que les cocotiers, les aréquiers, etc., dont les feuilles adultes reposent communément les unes sur les autres.

» Mais, plus souvent, ces mérithalles tigellaires, qui se sont formés au contact, s'allongent et se superposent régulièrement de manière à fraction-

ner les tiges en articles ou anneaux très prononcés; beaucoup de palmiers, d'orchidées, de graminées, etc., nous en donnent des exemples: les bambous sont aussi dans ce cas et nous en fournissent de remarquables.

» Dans ce genre, en effet, on peut le vérifier sur les individus qui croissent aujourd'hui dans nos serres, les tiges sont formées par les mérithalles tigellaires superposés d'un nombre considérable de phytons, dont les mérithalles pétiolaires écailleux sont très réduits et dont les mérithalles limbaires avortent en très grande partie ou en totalité.

» Les longues tiges de ces végétaux dont quelques espèces, dans certaines localités, n'ont pas moins de 100 pieds, sont donc formées primitivement de feuilles ou phytons superposés et de tout point semblables entre eux, de la base au sommet, dans leur forme et leur composition organique.

» C'est ce j'appelle le système ascendant des végétaux, système qui forme, par l'une de ses parties (mérithalle tigellaire), l'accroissement en hauteur.

» Si donc l'individu provient d'une germination, il n'aura primitivement qu'une radicule, celle du premier phyton; mais il s'en formera bientôt une seconde, celle du second phyton; une troisième, celle du troisième phyton, et successivement un nombre de racines ou radicules égal à celui des feuilles ou phytons.

» Ces racines, qui partent de la base des mérithalles de chaque feuille ou phyton, sortent ordinairement de leur partie postérieure pour pénétrer dans le sol, dans l'eau, ou même dans l'air, si les conditions extérieures sont égales à celles des tiges ou plus favorables.

» Le phyton primordial (celui du cotylédon), dont le bourgeon a formé des mérithalles réduits ou très développés, ne cesse pas pour cela ses fonctions physiologiques propres ou individuelles, et ne perd jamais non plus ses facultés reproductrices (1); il conserve toujours sa vie spéciale, quoique peut-être affaiblie par l'enfantement (qu'on me passe ce mot). Les individus qu'il a produits ayant acquis leur vitalité organique particulière, il cesse pour ainsi dire, en partie du moins, de les alimenter et sa vitalité à lui, sa force reproductrice, prend une autre direction.

» Ne pouvant plus se reproduire par un bourgeonnement axifère devenu impossible par suite de la superposition des mérithalles tigellaires de

---

(1) Je fais connaître quelques exceptions à cette règle.

tous les phytons du bourgeon primitif, et sans doute aussi par la résistance qu'opposeraient ceux-ci à se laisser pénétrer de bas en haut, et encore par le besoin du contact plus ou moins immédiat de l'air et de la lumière; les forces de ce phyton se portent vers sa partie axillaire qui devient son centre de vitalité organique, et il s'y forme un nouveau bourgeon dit axillaire.

» Les individus du bourgeon axifère et ceux, tout réduits qu'ils sont, du bourgeon axillaire, épuiseraient bientôt la puissance vitale du phyton générateur, si la nature n'avait donné à chacun de ces individus nouveaux la faculté d'aller puiser leur nourriture, dans l'air par leur système foliacé, dans le sol ou dans l'eau par leurs racines propres, soit que ces racines toutes formées partent immédiatement de la base de chaque phyton; soit, comme cela arrive fort souvent, surtout dans les monocotylédones ligneuses, vivaces, que les éléments épars de ces racines, après avoir traversé de haut en bas les mérithalles tigellaires des phytons inférieurs, aillent se constituer à la base réelle du végétal.

» Dans les végétaux dicotylédonés et dans beaucoup de monocotylédonés, les vaisseaux radiculaires des phytons supérieurs pénètrent donc entre les tissus du système ascendant des mérithalles inférieurs (tigellaires) par des voies convenablement préparées pour les recevoir, de manière que les vaisseaux radiculaires du deuxième phyton descendent sur le mérithalle tigellaire du premier; ceux du troisième sur le deuxième et le premier, ceux du quatrième sur le troisième, le deuxième et le premier, et vont ainsi se réunir à la base du premier, où elles constituent de véritables racines qui s'échappent en ce point qui est la base réelle de la tige, pour pénétrer dans le sol. Ainsi se forme le premier et le principal accroissement en diamètre des tiges de l'une et de l'autre classe.

» Les racines des monocotylédones sont ordinairement simples ou fibreuses.

» De même qu'elles peuvent partir de la base de leurs mérithalles propres, elles peuvent aussi sortir à la base des autres mérithalles inférieurs, longtemps avant d'atteindre le sol.

» Chaque feuille ayant sa racine, celle-ci peut sortir entière ou divisée en radicelles, en totalité ou en partie.

» Les racines des phytons de dicotylédones sont dans le même cas, mais elles descendent généralement à l'état de vaisseaux distincts, particuliers; et, après avoir augmenté le diamètre des troncs, vont aussi accroître celui des racines principales et de leurs ramifications.

» Au moyen du système descendant ou radiculaire je compte pouvoir expliquer tous les phénomènes particuliers de l'organisation extérieure des tiges et des racines, la formation des cloisons ou diaphragmes ligneux de certaines tiges articulées, de même que par le système ascendant j'expliquerai tous les phénomènes de l'accroissement en hauteur des tiges, la disposition symétrique des vaisseaux mérithalliens et, en tenant compte des modifications que ceux-ci éprouvent visiblement, tout ce qui se rattache à l'organisation des fleurs, des fruits, des graines, etc.

» Les faisceaux mérithalliens ligneux et corticaux varient dans leur composition et leur distribution, dans chaque groupe végétal.

» Ils restent souvent réunis dans toute l'étendue des mérithalles et forment ainsi le canal médullaire ou cercle intérieur, simple ou composé, du corps ligneux, comme on le voit dans les monocotylédones et dans une foule de dicotylédones à feuilles alternes, etc.; mais plus ordinairement, et surtout dans la majorité des dicotylédones, ils se séparent en deux parties, l'une intérieure qui reste en place et forme le canal médullaire; l'autre extérieure qui est annuellement repoussée vers la circonférence des troncs où elle va constituer les fibres de l'écorce, du liber, etc. Mais on peut avancer qu'il n'y a rien de fixe à ce sujet et que chaque groupe naturel offre son type particulier, ce qui m'a fait dire, en 1833:

« Que non-seulement chaque groupe naturel offre une organisation
» spéciale, mais encore que cette organisation primitive se retrouve, plus
» ou moins modifiée, dans chaque genre et même dans chaque espèce de
» ces groupes. »

» Les vaisseaux mérithalliens fasciculés sont quelquefois disposés sur plusieurs rangs concentriques. Parfois aussi ils restent isolés au centre de la tige, dans la moelle (vaisseaux médullaires). D'autres fois ils sont refoulés, en partie ou en totalité, au dehors; mais le plus ordinairement ils circonscrivent la moelle et la séparent du corps ligneux.

» Leur composition varie à l'infini.

» Dans la majorité des dicotylédones, comme je viens de le dire, les faisceaux vasculaires mérithalliens se partagent en deux parties. L'une reste au centre et forme le canal médullaire qui renferme les trachées; l'autre est portée vers la circonférence où elle va constituer les fibres diverses de l'écorce. C'est entre ces deux parties, formant la voie du cambium, que descendent les tissus radiculaires destinés à former les couches ligneuses et les couches de liber.

» Lorsque quelques faisceaux mérithalliens du bois sont portés vers l'extérieur, le canal médullaire est interrompu ou brisé.

» Donc, toutes les fois que le canal médullaire est entier, compacte et régulier, on peut assurer qu'il est complet. Alors les vaisseaux déroulables qu'on rencontre vers la circonférence des tiges, n'importe où, ne peuvent être des trachées.

» Les faisceaux mérithalliens de l'écorce sont ordinairement dirigés ensemble et régulièrement vers la circonférence des tiges; mais cette règle est soumise à de nombreuses exceptions (houx, peuplier d'Italie, blanc, etc.).

» J'ai dit que dans l'aisselle de chaque feuille ou phyton de monocotylédone, et au sommet de chaque mérithalle tigellaire, il se forme un bourgeon axillaire qui ne tarde pas à devenir un rameau.

» Ces rameaux, qui sont eux-mêmes composés de phytons successifs, se développent simultanément en hauteur et en largeur de la même manière que les tiges, et envoient bientôt dans ces dernières qui en sont considérablement accrues, tous leurs prolongements radiculaires.

» L'accroissement en hauteur et en diamètre des tiges de dicotylédones a lieu de la même manière, c'est-à-dire par un système ascendant composé de mérithalles tigellaires régulièrement ou irrégulièrement associés et superposés qui constituent le canal médullaire et l'accroissement en hauteur; et par un système descendant qui forme en très grande partie l'accroissement en diamètre et les couches excentriques et concentriques du bois et de l'écorce, de la tige et de la racine.

» On voit par ce résumé peut-être un peu long quoique concis que les monocotylédones et les dicotylédones, si distinctes d'ailleurs dans leur organisation, ne diffèrent primitivement que parce que les premières n'ont dans l'origine qu'un premier phyton simple, au sein duquel il s'en forme un second également simple, dans ce second un troisième, et ainsi de suite; tandis que dans les dicotylédones, les phytons ou cotylédons sont constamment doubles ou multiples originairement, et que dans leur centre il s'en développe un second, un troisième, etc., également doubles et qui ne diffèrent entre eux que par leurs modes d'agencement et de développement. De là naissent toutes les modifications organiques et physiologiques des végétaux et de leurs parties.

» Tout le monde admettra que si les phytons qui se forment au contact et se greffent immédiatement les uns sur les autres venaient à se développer séparément, comme autant d'embryons, chacun d'eux constituerait

un végétal distinct et produirait sa radicule et son bourgeon terminal ou axifère.

» Ce bourgeon, dans les cas ordinaires de superposition de mérithalles nombreux, ne pouvant s'organiser au centre de la tige, va se former dans l'aisselle de la feuille. Il est produit, non par la vitalité générale du végétal, mais par la vitalité individuelle ou phytonienne qui ne perd jamais ou que très rarement ses forces de reproduction, et qui les perdrait si le développement des phytons supérieurs et celui de leur bourgeon terminal résultaient, comme on l'a prétendu, des extensions ou du dédoublement de son individu, et non de nouvelles productions successives qui acquièrent en naissant leurs facultés vitales propres.

» Les traits qui distinguent les monocotylédones des dicotylédones sont aussi saillants que nombreux; mais, en faisant la revue des groupes végétaux, nous verrons que certaines tiges de plantes essentiellement dicotylédones ne diffèrent pas moins entre elles. Je tenterai d'aborder quelques-unes des causes qui produisent ces modifications.

» L'organographie végétale, prise à ce point de vue, serait d'une simplicité élémentaire admirable si tous les phytons avaient la même composition organique, s'ils jouissaient tous du même degré de développement.

» Mais cette organisation et ce développement varient non-seulement dans les phytons entre eux, mais encore entre les parties qui les constituent et selon un nombre infini de conditions.

» Avec les modifications organiques varient aussi les fonctions physiologiques.

» Là est la principale base des principes physiologiques que j'ai arrêtés.

» Je n'en considère pas moins les tiges prises dans leurs généralités comme des êtres composés d'individus nombreux (phytons), ayant une organisation typique analogue mais variable, superposés et greffés les uns sur les autres, avec certaines conditions d'agencement de leur système ascendant et descendant, de manière à former un tout cimenté en quelque sorte par des tissus cellulaires diversement modifiés. Les membres appendiculés de ces individus, les feuilles, se détachent à un certain âge et à des conditions dont il sera peut-être facile d'expliquer les causes (causes d'épuisement).

» Les arbres que l'on a jusqu'ici, mais à tort selon moi, considérés comme des êtres isolés, ne forment donc pas les feuilles, ainsi qu'on le croit généralement; mais ce sont des individus distincts (phytons), naissant les uns dans les autres, ayant une organisation spéciale généralement uni-

forme et des membres appendiculés ou foliacés, qui forment les tiges dont l'accroissement en hauteur résulte de la superposition d'une partie dite tigellaire ou ascendante, et l'accroissement en diamètre, d'une partie dite radiculaire ou descendante de ces mêmes individus.

» Les feuilles prises dans leurs pétioles et dans leurs limbes, ou dans ces deux parties modifiées; les appendices foliacés quelconques ne constituent donc pas des individus, mais des parties (des membres, des organes si l'on veut) d'un être principal, destinées à remplir des fonctions données, mais leurs propres fonctions d'abord, parce que avant tout elles ont une vie spéciale, énergique, qui ne cesse même entièrement que par la désorganisation, et dont la puissance ne se ralentit en général que lorsque, après la chute des corps appendiculés ou foliacés, leurs mérithalles tigellaires, diversement enveloppés, fonctionnent plus directement pour la vie générale du végétal.

» Mais, tout en modifiant leurs fonctions physiologiques, ces mérithalles inférieurs, tigellaires ou caulinaires, comme on voudra les nommer, n'en conservent pas moins toujours, même après avoir perdu les appendices foliacés qui les terminent, leur vitalité individuelle et la faculté de fonctionner pour leur existence propre comme pour la vie générale du végétal entier, quelles que soient d'ailleurs la nature et les dimensions de celui-ci.

» Nous trouverons plus tard dans cette complexité organique et physiologique l'explication d'une foule de faits importants.

» Ces travaux, si je ne m'abuse complétement, doivent donc avoir la plus grande influence sur les progrès de l'Organographie, de la Physiologie et de la Botanique proprement dite.

» Déjà plusieurs essais tentés par les hommes les plus éminents dans la science ont été faits dans une direction organographique que j'appellerai vitale, essais dont l'Académie, à son avant-dernière séance, a vu peut-être un des exemples les plus remarquables.

» M. Ad. de Jussieu, qui est en France le représentant des méthodes naturelles, ne pouvait rester étranger à ce mouvement général; aussi vient-il de traiter, dans un savant Mémoire sur la famille des Malpighiacées, quelques points de l'organographie et de l'anatomie de ce groupe important. Pressé lui aussi du besoin de généraliser, et affligé sans doute du retard que, bien involontairement, j'ai apporté dans la publication de mon Mémoire, il ne s'est point borné à l'examen des seules lianes des Malpighiacées, il passe en revue toutes les formes curieuses fournies par

certaines LÉGUMINEUSES, BIGNONIACÉES, SAPINDACÉES, ARISTOLOCHES, MÉNISPERMÉES, GNÉTACÉES, etc., et fait ainsi un brillant programme des découvertes que j'ai faites pour la plus grande partie et qui forment la base de tous mes travaux, de celui-ci particulièrement.

» Ce savant ne pouvait être le dernier à sentir que les méthodes auront une valeur d'autant plus grande que les lois de l'organisation seront mieux connues, et que nous aurons une plus juste appréciation de ce que sont les organes qui régissent la Botanique proprement dite.

» J'ai lu son Mémoire avec attention, et je crois avoir reconnu que tout ce qu'il a dit, malgré quelques dissidences, apparentes du moins, qui pourraient exister entre nous, viendra se ranger, en le fortifiant, dans le cadre organographique que j'ai tracé.

» L'atlas qui accompagne mon Mémoire est composé de 18 planches en partie coloriées et renfermant de 330 à 340 figures, au nombre desquelles se trouvent représentées en très grande partie les tiges anomales signalées par M. Ad. de Jussieu. D'autres ont été figurées dans les *Archives de Botanique*, en décembre 1833.

» Qu'il me soit permis, en terminant, d'adresser à l'Académie tous mes remercîments pour l'intérêt qu'elle a bien voulu accorder à cette première partie de mon travail, et pour les dépenses que lui ont nécessitées le dessin, la gravure et le coloriage des 18 planches. »

RAPPORTS.

Rapport de la Commission pour le Concours au grand prix de Mathématiques, année 1840.

(Commissaires, MM. Arago, Cauchy, Savary, Liouville, Poinsot rapporteur.)

« La Commission propose à l'Académie de remettre au concours, pour l'année 1843, la question de Mécanique céleste qu'elle avait proposée pour l'année 1840, et qu'elle énonce aujourd'hui dans les termes suivants :

« Perfectionner les méthodes par lesquelles on résout le problème des
» perturbations de la Lune ou des planètes, et remplacer les développe-
» ments ordinaires en séries de sinus et de cosinus, par d'autres dévelop-
» pements plus convergents, composés de termes périodiques que l'on

» puisse calculer facilement à l'aide de certaines tables construites une
» fois pour toutes. »

Cette proposition est mise aux voix et adoptée.

PHYSIOLOGIE. — *Rapport sur le* Mémoire sur la voix humaine, *présenté à l'Académie des Sciences; par* M. MANUEL GARCIA.

(Commissaires, MM. Magendie, Savary, Dutrochet rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Magendie, Savary et moi, de lui faire un Rapport sur un Mémoire qui lui a été présenté par M. Manuël Garcia, et qui est intitulé : *Mémoire sur la voix humaine.* L'état de santé de M. Savary ne lui a pas permis de se joindre à la Commission ; un autre confrère, dont nous avons à déplorer la perte récente, M. Savart, auquel l'acoustique doit tant de recherches originales, nous avait aussi été adjoint; il a été comme nous, témoin des faits dont nous allons avoir l'honneur d'entretenir l'Académie.

» La théorie de la formation et de la variation des sons par l'organe vocal humain est loin d'être complète, on n'est même pas d'accord sur le genre d'instrument auquel l'organe vocal humain doit être comparé. Presque tous les physiciens l'ont considéré comme étant du genre des instruments à vent dans lesquels le son est engendré par les vibrations de certains corps solides et élastiques; M. Savart, au contraire, a comparé l'organe vocal à l'un de ces instruments dont se servent les chasseurs pour imiter le chant de certains oiseaux, instrument du genre des flûtes, et dans lequel le son est engendré exclusivement par les vibrations de l'air qui heurte sur les parois d'une cavité, ou qui se brise sur le tranchant d'un biseau.

» Malgré l'autorité qu'avait nécessairement notre confrère en matière d'acoustique, il faut bien le dire, sa théorie de la voix a réuni peu de partisans. Aussi nous disait-il lui-même, peu de jours avant sa mort, qu'il allait la modifier et la compléter. Espérons que l'on trouvera dans ses papiers quelques traces de ce travail, qui ne peut manquer d'être d'un haut intérêt.

» Quoi qu'il en soit, l'organe vocal est si parfait, il a des résultats si merveilleux et si divers, qu'on serait tenté de croire qu'il n'est point un instrument unique et qu'il jouit de l'admirable privilége de se transformer incessamment en une multitude d'instruments différents. Voyez-le agir, par exemple, dans la voix de poitrine; voyez-le s'exercer dans la voix de

fausset: ne dirait-on pas que ces deux espèces de registres sont produits par deux instruments qui se sont substitués l'un à l'autre? On n'est point encore cependant parvenu à déterminer quelle est la différence qui existe, sans doute, dans le mécanisme de la production de ces deux sortes de voix, dont les qualités offrent des différences si tranchées; toutefois on a acquis la certitude qu'elles sont parfaitement distinctes et qu'elles ne sont point la continuation immédiate l'une de l'autre. En effet, dans le voisinage du point de jonction de ces deux voix ou *registres*, là où les notes les plus graves de la voix de fausset succèdent aux notes les plus élevées de la voix pleine, il y a plusieurs de ces notes que l'on peut produire également en employant chacune de ces deux voix. Ce fait, connu des artistes, n'a été introduit que depuis un petit nombre d'années dans la science physiologique. On le trouve exposé, pour la première fois, dans l'ouvrage du docteur Rusch, intitulé : *Philosophie de la voix humaine*, ouvrage dont une partie a été traduite de l'anglais en français par le docteur Bennati. *Il ne faut pas s'imaginer*, dit Rusch, *que l'échelle particulière à ce mode de voix* (le fausset) *soit comprise entre la dernière note de la voix naturelle* (la voix de poitrine), *et la plus élevée qu'on puisse effectuer. On peut encore former une sorte de fausset un peu au-dessous du point qui lie la voix naturelle à ce genre d'intonation.* Les faits qui nous ont été soumis par M. Manuel Garcia ont pleinement confirmé cette assertion. Cet habile professeur de chant a formé des élèves auxquels il a enseigné l'art de manœuvrer avec assez de facilité leur organe vocal, pour séparer nettement et à volonté les uns des autres les sons qui dérivent de la voix pleine et ceux qui dérivent de la voix de fausset. Ainsi, nous avons entendu des voix d'homme et des voix de femme, après avoir suivi jusqu'à leur limite la plus élevée les sons diatoniques qui appartiennent à la voix pleine, prendre la voix de fausset pour s'élever plus haut, puis descendre diatoniquement, en conservant toujours le fausset, jusqu'à une certaine distance au-dessous de la limite à laquelle s'était arrêtée la voix pleine; en sorte que les mêmes sons diatoniques qui avaient été produits en montant par la voix pleine, se trouvaient produits en descendant par la voix de fausset. Bien plus, nous avons entendu le même chanteur produire à volonté et alternativement la même note avec la voix pleine et avec la voix de fausset, en sorte que les sons produits par les deux voix se trouvaient ainsi mis en parallèle. L'étendue de la portion commune aux deux voix ou *registres* de poitrine et de fausset est variable suivant les sujets et suivant l'habitude qui leur a rendu plus ou moins facile l'usage facultatif de l'un et de l'autre de ces deux registres

dans le *medium* de la voix. Le plus communément cette étendue est d'une sixte à une octave, et elle s'étend quelquefois à une dixième. Selon M. Garcia, cette partie commune aux deux registres est placée sur les mêmes notes pour les voix d'homme et pour les voix de femme.

» Il n'est pas douteux, d'après ces faits, que la voix pleine ou de poitrine, et la voix de fausset, ne soient produites chacune par une modification particulière et importante dans le mécanisme de l'instrument vocal. Cette conclusion est encore confirmée par une observation de M. Garcia, observation dont avait été particulièrement frappé notre confrère Savart, qui en fut témoin comme nous. La voix pleine et la voix de fausset, pour produire la même note dans la partie de l'échelle diatonique qui leur est commune, emploient une quantité d'air ou de souffle qui n'est point, à beaucoup près, la même. C'est ce que M. Garcia nous a démontré par l'expérience suivante. Un chanteur ayant sa poitrine aussi remplie d'air qu'elle pouvait l'être, produisit, avec la voix pleine, une note déterminée, prise dans la partie commune aux deux registres, et il prolongea ce son vocal jusqu'à l'épuisement de l'air contenu dans ses poumons. Le pendule d'un *métronome* servait, par ses oscillations, à indiquer le temps pendant lequel durait ce son vocal. Ensuite, ayant rempli de nouveau ses poumons d'air, le chanteur produisit la même note avec la voix de fausset, et il la soutint autant que cela lui fût possible. Or nous avons vu, dans ces deux expériences comparatives répétées plusieurs fois, que le pendule offrit 24 à 26 oscillations pendant la durée du son de voix pleine, tandis qu'il n'en offrit que 16 à 18 pendant la durée du même son de voix de fausset.

» Cette expérience prouve que, dans un temps donné, et pour la production du même son diatonique, l'instrument vocal, en produisant la voix de fausset, dépense plus d'air qu'en produisant la voix pleine ou de poitrine.

» D'après l'opinion commune des artistes, la voix de fausset forme un registre particulier qui diffère à la fois du registre appartenant à la voix de poitrine qui lui est inférieur, et du registre de la *voix de tête* qui lui est supérieur. M. Garcia n'admet point cette opinion. Il considère la voix de fausset et la voix de tête comme appartenant à un seul et même registre, offrant, dans toute son étendue, le même mécanisme pour la production des sons. Il appuie son opinion à cet égard sur ce que la voix de fausset et la voix de tête offrent une continuité parfaite et constante; il n'y a point là de sons limitrophes qui puissent être produits alternativement par l'une ou par l'autre de ces deux voix, ainsi que cela vient de se voir relativement à la

transition de la voix de poitrine à la voix de fausset. Cette dernière voix et la voix de tête appartiendraient donc à un seul et même registre, que M. Garcia désigne sous le nom de registre de *fausset-tête*.

» On sait généralement que lorsque la voix humaine monte du grave à l'aigu, tant dans la voix de poitrine que dans la voix de *fausset-tête*, le larynx monte graduellement. Cette ascension graduelle du larynx a été considérée comme influant sur l'augmentation progressive de l'acuité des sons, en cela que cette ascension opère le raccourcissement progressif du tuyau vocal. Quelques physiologistes ont douté que ce raccourcissement du tuyau vocal eût l'influence qui lui était ainsi attribuée sur le degré de l'acuité des sons vocaux. Nous n'avons point ici à nous occuper de ces questions théoriques; notre tâche est de constater des faits, et ici l'art du chant nous en présente de nouveaux. Voici ce en quoi ils consistent :

» La voix pleine et la voix de fausset, en semblant conserver chacune son mode particulier de production, peuvent offrir deux variétés principales dans leur timbre, variétés que M. Garcia désigne sous les noms de *timbre clair* et de *timbre sombre*. Ces deux timbres de la voix sont ordinairement désignés par les artistes, le premier sous le nom de *voix blanche*, et le second sous le nom de *voix sombrée*. Or, dans la production de la voix de poitrine et de *fausset-tête*, soit avec le timbre clair, soit avec le timbre sombre, il se manifeste dans la position du larynx et dans celle du voile du palais des changements très remarquables. Voici les faits dont M. Garcia nous a rendus témoins.

» Dans la production diatonique des sons du grave à l'aigu, tant avec la voix pleine ou de poitrine qu'avec la voix de fausset-tête et avec le *timbre clair*, on observe une ascension continuelle et graduelle du larynx; le voile du palais est alors constamment abaissé. Il n'en est pas de même lorsque la voix passe au *timbre sombre*.

» Dans la voix pleine ou de poitrine produite avec ce *timbre sombre*, et en montant des sons les plus graves de ce registre aux sons les plus élevés qui lui sont propres, le larynx demeure constamment fixé dans sa position la plus basse, et le voile du palais est relevé. Il en est de même dans la production en *timbre sombre* de la partie la plus basse de la voix de fausset, ou de celle dont les notes peuvent être également produites avec la voix pleine; mais lorsque le chanteur passe, toujours en *timbre sombre*, à la partie la plus élevée de la voix de fausset, à celle qui est spécialement désignée par les artistes sous le nom de *voix de tête*, alors le larynx monte un peu, mais bien moins qu'il ne le fait lorsque cette même voix de tête

est produite avec le *timbre clair*. Pour faire sentir cette différence à vos Commissaires, des élèves de M. Garcia, bien exercés à donner à volonté à leur voix le *timbre clair* ou le *timbre sombre*, nous ont fait entendre, en voix de fausset, des gammes dans lesquelles chaque note était donnée alternativement en voix de fausset timbre clair et en voix de fausset timbre sombre. On distinguait alors parfaitement la différence de ces deux timbres, l'un éclatant et l'autre un peu sourd; et, quoique ce fût la même note de voix de fausset qui fût produite, nous voyions le larynx fixé dans une position élevée pour la production de cette note en timbre clair, descendre considérablement pour la production de cette même note en timbre sombre; nous pouvions suivre de l'œil et du doigt cette ascension et cette descente alternatives du larynx.

» Ces observations ne sont point complétement neuves pour la physiologie de la voix.

» En effet, il a été présenté à l'Académie des Sciences, le 1er juin 1840 (1), par MM. Diday et Pétrequin, un Mémoire qui a pour objet l'étude physiologique de la *voix sombrée*, voix particulière qui n'était alors connue que depuis trois ans en France, où elle a été importée d'Italie par un artiste célèbre attaché à notre première scène lyrique. Dans ce Mémoire se trouve consigné le fait physiologique de la position basse et fixe du larynx dans la production diatonique de tous les sons de la voix de poitrine *sombrée;* mais ces auteurs n'ont point suivi ce même *timbre sombre* dans les phénomènes qu'il présente lorsqu'il revêt la voix de fausset de son caractère particulier. Ils paraissent même avoir pensé que ce timbre sombre ne pouvait affecter que la seule voix de poitrine. M. Garcia peut donc revendiquer une part dans l'observation du mécanisme qui préside à la formation de la *voix sombrée*. Ce mécanisme fait voir qu'avec la voix pleine ou de poitrine, comme avec la voix de fausset ou de tête, l'organe vocal humain peut donner les mêmes gammes avec des longueurs très différentes du tuyau vocal, ce qui entraîne seulement alors un changement dans le timbre de la voix. Il résulte de là que les différentes longueurs de ce tuyau n'ont pas nécessairement sur la détermination des tons toute l'influence qui leur a été attribuée, et que ces mêmes différences dans la

---

(1) Le Mémoire de M. Garcia n'a été présenté à l'Académie des Sciences que le 16 novembre 1840.

longueur du tuyau vocal sont constamment en rapport avec l'existence ou du timbre clair ou du timbre sombre de la voix.

» Outre les deux timbres principaux désignés sous les noms de *timbre clair* et de *timbre sombre*, il y a plusieurs autres timbres secondaires: tels sont, par exemple, le *timbre guttural*, le *timbre nasal*, etc. M. Garcia essaye de déterminer les conditions mécaniques de ces timbres; nous ne dirons rien à cet égard, n'ayant point vérifié les assertions de M. Garcia.

» Il existe quelquefois dans la voix humaine un registre inférieur, pour la gravité des sons, aux notes les plus basses qui peuvent être données, en voix de poitrine, par les basse-tailles. Ce registre, appelé *registre de contre-basse* par M. Garcia, n'a encore été observé dans son plein développement, que chez quelques chanteurs employés en Russie pour le chant religieux. C'est le docteur Bennati qui le premier l'a signalé aux physiologistes. Les sons de ce registre appartiennent indubitablement à un instrument vocal *sui generis*, très différent de celui auquel sont dus les sons de la voix de poitrine. Dans les sons les plus graves de cette dernière voix, ou de ce dernier registre, le larynx s'abaisse au-dessous de sa position de repos; dans les sons bien plus graves du registre de contre-basse, le larynx, au contraire, est porté à sa plus grande élévation possible. M. Garcia n'a pu nous faire entendre, dans ce registre, qu'un son très grave et très rauque, qui ressemblait plutôt à un grognement d'animal qu'à un son de voix humaine. Mais l'un de nous a pu étudier, sur le chanteur russe Yvanoff, la voix de contre-basse que possède cet artiste, et qui descend jusqu'au *sol* de l'octave au-dessous des basse-tailles ordinaires; bien que cette note fût infiniment supérieure en qualité au son, ou plutôt au bruit que M. Garcia nous a fait entendre, elle serait difficilement entrée dans le chant.

» On comprend facilement, d'après cet exposé, qu'un seul et même mécanisme ne saurait expliquer la formation de tous les sons musicaux que peut produire l'organe vocal humain. Cet organe peut véritablement être considéré comme pouvant, à lui seul, représenter un assemblage d'instruments différents les uns des autres; modifications mystérieuses qui surviennent et s'établissent avec une célérité admirable, selon la volonté du chanteur exercé. Si ensuite, cessant de considérer l'organe vocal comme instrument musical, nous entrons dans la considération de tous les sons non musicaux que peut produire cet organe par la variété des sons de la parole, par l'imitation de certains bruits, ou des cris de certains animaux, etc., on ne pourra qu'être profondément étonné de la multiplicité

des changements de mécanisme dont est susceptible cet organe en apparence si simple dans sa structure.

» En résumé, nous pensons que M. Garcia, par sa sagacité et par la justesse de ses études, comme professeur de chant, a observé et décrit dans son Mémoire plusieurs faits intéressants, dont il faudra désormais tenir compte dans la théorie physique de la voix humaine. Nous avons l'honneur de proposer à l'Académie de lui témoigner sa satisfaction. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Note sur la théorie de la précession des équinoxes; par* M. CH. DELAUNAY.

(Commissaires, MM. Biot, Liouville, Duhamel.)

« M. Poisson, dans son Mémoire sur le mouvement de la Terre autour de son centre de gravité (*Mémoires de l'Institut,* t. VII), emploie, à la page 246, des formules de transformation qui ne m'ont pas paru exactes. Cette circonstance m'a semblé mériter d'être signalée, tant à cause de la confiance que l'autorité de cet illustre géomètre doit naturellement inspirer aux calculateurs, que parce qu'elle exerce une influence très notable sur la grandeur des coefficients des termes qui contiennent le carré du temps dans les valeurs des angles θ, ψ, θ' et ψ'.

» Les formules dont je parle sont celles qui servent à remplacer l'inclinaison λ' de l'orbite lunaire sur l'écliptique fixe par l'inclinaison c de cette orbite sur l'écliptique mobile. Voici ce que dit M. Poisson pour y arriver :

» (λ est l'inclinaison de l'écliptique mobile sur l'écliptique fixe, l est la longitude de son nœud ascendant comptée à partir d'une ligne quelconque fixe, et l' la longitude du nœud ascendant de l'orbite lunaire.)

« Prenons dans le plan de l'orbite lunaire un point dont la distance à la » Terre soit l'unité, et représentons par x sa longitude sur l'écliptique » fixe. Ses distances à ce plan et à l'écliptique mobile seront exprimées » par $\lambda' \sin(x - l')$ et $c \sin(x - l')$, au degré d'approximation où nous » nous arrêtons; de plus, la partie de la première distance interceptée » entre les deux écliptiques aura pour valeur $\lambda \sin(x - l)$; et enfin cette » partie pourra être considérée comme l'excès de la première distance sur

» la seconde. On aura donc

$$(a) \qquad \lambda \sin(x - l) = \lambda' \sin(x - l') - c \sin(x - l'),$$

» quel que soit x ; et en y faisant $x = 0$ et x égal à un angle droit, il en
» résultera les deux équations

$$(b) \qquad \begin{cases} \lambda' \sin l' = c \sin l' + \lambda \sin l, \\ \lambda' \cos l' = c \cos l' + \lambda \cos l. \text{ »} \end{cases}$$

» $c \sin(x - l')$ n'est pas la distance du point à l'écliptique mobile, mais bien à un plan qui passerait par la ligne des nœuds de la Lune, et dont l'inclinaison sur l'orbite lunaire serait égale à c : la formule (a) n'est donc pas exacte, à moins qu'on ne donne à x la valeur particulière pour laquelle $c \sin(x - l')$ est la distance du point pris dans l'orbite lunaire à l'écliptique mobile. Cette valeur particulière est à peu près égale à $90° + l'$, vu la petitesse de λ relativement à c; et si l'on remplace x par cette valeur, la formule (a) devient

$$(c) \qquad \lambda' = c + \lambda \cos(l' - l).$$

» L'inexactitude de la formule (a) est rendue bien évidente par les formules (b) qui s'en déduisent; en effet, outre qu'elles ne peuvent exister ensemble, elles donnent

$$\lambda' - c = \frac{\sin l}{\sin l'}\lambda, \quad \lambda' - c = \frac{\cos l}{\cos l'}\lambda,$$

et il est facile de voir qu'en changeant seulement la position de la droite fixe à partir de laquelle on compte les longitudes l et l', ce qui n'altère nullement λ, λ' et c, les coefficients $\frac{\sin l}{\sin l'}$, $\frac{\cos l}{\cos l'}$, peuvent prendre toutes les valeurs possibles depuis $-\infty$ jusqu'à $+\infty$.

» La formule (c), la seule exacte qu'on puisse tirer de l'équation (a), peut d'ailleurs être trouvée autrement. Pour cela, il suffit de remarquer que les deux écliptiques et le plan de l'orbite lunaire forment un triangle sphérique dont les trois angles sont c, λ et $180° - \lambda'$, et dont le côté opposé à l'angle c est $l' - l$; on a donc exactement

$$\cos c = \cos \lambda \cos \lambda' + \sin \lambda \sin \lambda' \cos(l' - l),$$

équation qui redonne la formule (c) lorsqu'on néglige λ^2. C'est donc cette formule (c) qui doit être substituée aux formules (b) dont se sert M. Poisson. Tous calculs faits, on trouve ainsi les valeurs suivantes pour les angles θ, ψ, θ' et ψ':

$$\theta = h + \frac{1}{4}\cdot\frac{2+\omega}{1+\omega}\cdot\zeta g t^2,$$

$$\psi = \zeta t + \left[\frac{3e_1 f}{2(1+\omega)} + \frac{g'}{2}\cdot\frac{2+\omega}{1+\omega}.\cot 2h\right]\zeta t^2,$$

$$\theta' = h + g't - \left(\frac{1}{4}\cdot\frac{2+3\omega}{1+\omega}\zeta g - \tfrac{1}{2} g^2 \cot h - k'\right)t^2,$$

$$\psi' = (\zeta - g\cot h)\,t + \left[\frac{3e_1 f\zeta}{2(1+\omega)} - \frac{g'\zeta}{\sin 2h} - \frac{\omega g'\zeta\cot 2h}{2(1+\omega)} + gg'\cot^2 h - k\cot h\right]t^2.$$

» Pour réduire ces formules en nombres, j'ai pris les valeurs de ζ et h données par M. Bessel pour 1750, et la valeur de ω donnée par Laplace (*Mécanique céleste*, t. V, p. 206); j'ai calculé ensuite les valeurs de g, g', k, k' et f, au moyen des équations différentielles des n^os^ 58 et 59 du second livre de la *Mécanique céleste*, en adoptant les éléments des orbites des planètes donnés dans le tome III du même ouvrage, et les masses dont s'est servi M. Le Verrier dans son Mémoire sur les inégalités séculaires, qui vient d'être publié dans la *Connaissance des Temps* pour 1843. J'ai obtenu ainsi les nombres suivants pour servir de base au calcul numérique des formules de la précession :

» ($\mu, \mu', \mu'' \mu''', \mu^{\text{IV}}, \mu^{\text{V}}, \mu^{\text{VI}}$ représentent, comme à l'ordinaire, les erreurs des masses des sept planètes principales) :

$$\zeta = 50'',37572,$$
$$h = 23^\circ 28' 18'',$$
$$\omega = 2'',35333,$$
$$e_1 = 0,016814,$$

$$g = 0'',070207 + 0'',008932.\mu + 0'',082298.\mu' + 0'',006490.\mu'' - 0'',022335.\mu^{\text{IV}} - 0'',005209.\mu^{\text{V}} + 0'',000031.\mu^{\text{VI}},$$

$$g' = -0'',485833 - 0'',009040.\mu - 0'',295523.\mu' - 0'',007118.\mu''' - 0'',160831\,\mu^{\text{IV}} - 0'',013221.\mu^{\text{V}} + 0'',000099.\mu^{\text{VI}},$$

$$k = 0'',000020041 + 0'',000000304.\mu + 0'',000022032.\mu' + 0'',000004968.\mu'' + 0'',000000641.\mu''' + 0'',000013245.\mu^{\text{IV}} - 0'',000001150.\mu^{\text{V}} + 0'',000000040.\mu^{\text{VI}},$$

$$k' = 0'',000006089 + 0'',000000011.\mu + 0'',000005570.\mu' + 0'',000001416\mu''$$
$$+ 0'',000000557\mu''' + 0'',000003221.\mu^{\text{IV}} + 0'',000001419.\mu^{\text{V}} - 0'',000000015.\mu^{\text{VI}},$$

$$f = - 0'',000000428 - 0'',000000021.\mu + 0,000000070.\mu' - 0'',000000082.\mu'''$$
$$- 0'',000000393.\mu^{\text{IV}} - 0,000000002.\mu^{\text{V}} + 0'',000000000.\mu^{\text{VI}}.$$

» Ces nombres, substitués dans les coefficients des valeurs de θ, ψ, θ et ψ', m'ont donné

$$\frac{1}{4}\cdot\frac{2+\omega}{1+\omega}.\zeta g = 0'',000005565 + 0'',000000708.\mu + 0'',000006523.\mu'$$
$$+ 0'',000000514.\mu''' - 0'',000001770.\mu^{\text{IV}} - 0'',000000413.\mu^{\text{V}}$$
$$+ 0'',000000002.\mu^{\text{VI}},$$

$$\left[\frac{3e_1 f}{2(1+\omega)} + \frac{g'}{2}\cdot\frac{2+\omega}{1+\omega}\cot 2h\right]\zeta = - 0'',000072126 - 0'',000001347.\mu$$
$$- 0'',000043747.\mu' - 0'',000001086.\mu''' - 0'',000023972.\mu^{\text{IV}}$$
$$- 0'',000001959.\mu^{\text{V}} - 0'',000000015.\mu^{\text{VI}},$$

$$\frac{1}{4}\cdot\frac{2+3\omega}{1+\omega}.\zeta g - \tfrac{1}{2}g^2\cot h - k' = 0'',000005465 + 0'',000001456.\mu$$
$$+ 0'',000007942\ \mu' - 0'',000001416.\mu'' + 0'',000000508\ \mu'''$$
$$- 0'',000006888.\mu^{\text{IV}} - 0'',000002274.\mu^{\text{V}} + 0'',000000020.\mu^{\text{VI}},$$

$$\zeta - g\cot h = 50'',21404 - 0'',020570.\mu - 0'',189529.\mu'$$
$$- 0'',014946.\mu''' + 0'',051436.\mu^{\text{IV}} + 0'',011997.\mu^{\text{V}} - 0,000072\ \mu^{\text{VI}},$$

$$\frac{3e_1 f\zeta}{2(1+\omega)} - \frac{g'\zeta}{\sin 2h} - \frac{\omega g'\zeta\cot 2h}{2(1+\omega)} + gg'\cot^2 h - k\cot h = 0'',000154098$$
$$+ 0'',000002910.\mu + 0'',000070166.\mu' - 0'',000011443.\mu''$$
$$+ 0'',000001347.\mu''' + 0'',000035971.\mu^{\text{IV}} + 0'',000008167.\mu^{\text{V}}$$
$$- 0'',000000052.\mu^{\text{VI}}.$$

» Si donc on admet les valeurs des masses sur lesquelles les calculs précédents sont fondés, on aura, pour les formules de la précession,

$$\theta = 23^\circ 28' 18'' + 0'',000005565.t^2,$$
$$\psi = 50'',37572.t - 0'',000072126.t^2,$$
$$\theta' = 23^\circ 28' 18'' - 0'',485833.t - 0'',000005465.t^2,$$
$$\psi' = 50'',21404.t + 0'',000154098.t^2.$$

Les valeurs précédentes de g, g', k, k' et f ont été calculées, comme on l'a fait jusqu'à présent, en s'en tenant à la première approximation relativement aux excentricités et aux inclinaisons des orbites des planètes. Mais

M. Le Verrier a fait voir, dans un second Mémoire qui va être imprimé dans la *Connaissance des Temps*, que la seconde approximation donne encore des termes très sensibles; en sorte que dans les valeurs des angles θ, ψ, θ' et ψ', qui précèdent, on ne doit regarder la partie décimale de chaque coefficient que comme approchée à un centième de sa valeur au plus. De nouveaux calculs sont donc nécessaires pour déterminer plus exactement ces coefficients : j'espère pouvoir présenter bientôt à l'Académie un travail complet sur ce sujet. Les formules que je donne ici me paraissent cependant devoir être de quelque utilité, puisqu'elles sont déjà très approchées, tandis que celles qu'on a données jusqu'à présent sont toutes inexactes.

» Je termine en indiquant des formules de vérification pour les calculs précédents, qui m'ont été communiquées par M. Biot. Ces formules permettent de retrouver, en très peu de temps, les valeurs de $\lambda \sin l$ et $\lambda \cos l$, au moyen des valeurs qu'on a obtenues pour les angles θ, ψ, θ' et ψ'. On a

$$\lambda \sin l = (\psi - \psi') \operatorname{tang} h - a\psi'.t,$$
$$\lambda \cos l = \theta' - \theta + \frac{(\psi-\psi')(\psi+\psi')}{2} \operatorname{tang} h.$$

a est le coefficient de t dans θ'. Mes calculs ont été complétement vérifiés par ces formules. »

ASTRONOMIE. — *Mémoire sur les taches du Soleil; par* M. LAUGIER. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Arago, Mathieu, Liouville.)

« Lorsque j'entrepris de faire, avec suite, les observations des taches du Soleil, j'avais pour but de déterminer avec toute la précision possible, la durée de la rotation du Soleil et la position de son équateur. En comparant mes résultats avec ceux qui avaient été précédemment obtenus, j'espérais mettre en évidence les variations de ces éléments; mais je ne fus pas longtemps avant de me convaincre de l'impossibilité d'une pareille détermination : chaque nouvelle tache me donnait pour ainsi dire un résultat nouveau, sans qu'il me fût possible d'entrevoir la moindre liaison entre ces singulières discordances.

» Je me suis donc borné à étudier les mouvements particuliers des ta-

ches, et à mentionner simplement les éléments solaires relatifs à chacune d'elles.

» On trouve, dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, ving-neuf déterminations différentes des éléments solaires : chacune d'elles résulte de la résolution de plusieurs équations, combinées par la méthode des moindres carrés, afin de ne rien laisser à l'arbitraire et de rendre les différents résultats plus comparables. Ces équations correspondent chacune à une position observée : on juge, d'après leurs erreurs, de l'exactitude de la position et de la mobilité de la tache. C'est en comparant, pour plusieurs taches qui traversaient en même temps le disque du Soleil, les erreurs de ces équations, que j'ai remarqué souvent une coïncidence dans leurs signes et quelquefois même dans leur grandeur ; j'ai dû en conclure qu'il y avait simultanéité dans les mouvements de ces taches. La direction de ces mouvements n'est pas déterminée ; mais si on les fait porter entièrement sur les latitudes des deux taches observées en même temps, on voit que ces latitudes augmentent et diminuent ensemble, comme si une même force rapprochait les taches et les éloignait alternativement du pôle de rotation. La quantité de ces déplacements est peu considérable, et c'est surtout leur commune direction qui est remarquable. Les exemples que j'ai pu réunir jusqu'ici sont peu nombreux ; toutefois j'ai cru ne pas devoir les passer sous silence ; je ne laisserai échapper aucune occasion d'en augmenter le nombre, et de rendre ainsi plus certaine l'existence de ces mouvements simultanés. »

Voici les éléments *moyens* que le Mémoire de M. Laugier renferme :

Inclinaison de l'équateur solaire à l'écliptique.....	7° 9′ 12″
Longitude du nœud	75° 8′ 0″
Durée de la rotation du Soleil..................	25j,340.

HYDRAULIQUE. — *Mémoire sur le mouvement des vagues ; par* M. AIMÉ, professeur à Alger.

(Commissaires, MM. Arago, Poncelet, Piobert.)

Il résulte de ce Mémoire, dont on pourra rendre un compte plus détaillé après le rapport des Commissaires, que dans la rade d'Alger, pour une hauteur des vagues de la surface d'environ 3 mètres, l'agitation de l'eau cesse à la profondeur de 40 mètres.

Bremontier croyait avoir prouvé que le mouvement des vagues consiste uniquement en une oscillation *verticale* du fluide. M. Aimé a constaté l'existence d'une oscillation horizontale qui semble avoir la même amplitude à toutes les profondeurs.

M. Gasparrini adresse deux Notes faisant suite à un Mémoire qu'il avait précédemment présenté et qui était intitulé : *Nouvelles recherches sur l'espèce de truffes communément désignée sous le nom de pierre à champignons.*

La première de ces Notes est relative à des recherches anatomiques et physiologiques sur le champignon qui se développe sur le tubercule en question, champignon qu'on a rapporté jusqu'ici au genre *Polyporus*, mais qui paraît à M. Gasparrini constituer un type intermédiaire entre ce genre et le genre *Dædalea*. En suivant les différentes phases du développement de cette espèce, l'auteur a été conduit à faire des expériences sur l'influence qu'exerce la lumière relativement à la végétation plus ou moins active de ces cryptogames. Les résultats auxquels il est arrivé semblent indiquer que l'obscurité est une circonstance assez peu importante en elle-même, et que si on l'a considérée en général comme telle, c'est parce qu'elle se présente d'ordinaire comme concomitante d'une condition bien autrement essentielle pour la plupart des champignons, l'humidité de l'air ambiant.

Dans sa deuxième Note, M. Gasparrini s'occupe d'une espèce de *moisissure* qui se montre sur le champignon de pierre à partir du moment où les spores commencent à tomber; il indique ses principales transformations, car elle en offre de très prononcées, et il présente enfin quelques observations sur sa structure.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Benoit, ingénieur-hydrographe, soumet au jugement de l'Académie un appareil de son invention, destiné à « donner, simultanément et sans interruption, l'heure et le mouvement de la *marée*. »

(Commissaires, MM. Arago, Mathieu, de Freycinet.)

M. Chevalier présente le modèle d'un *appareil portatif de chauffage*, accompagné d'une Note sur les usages de cet appareil et sur la manière de s'en servir.

(Commissaires, MM. Dumas, Boussingault, Regnault.)

M. **Phillips** adresse, comme document pour la Commission chargée de faire un rapport sur les nouvelles méthodes de traitement du *strabisme* et de la *myopie*, une Note imprimée relative à sa discussion avec M. *Guérin* touchant une question de priorité.

(Renvoi à la Commission du strabisme et du bégaiement.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à s'occuper de la présentation d'un candidat pour la chaire de Physique générale et expérimentale, vacante au Collége de France, par suite du décès de M. *Savart*.

(Renvoi à la section de Physique.)

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite également l'Académie à procéder à l'élection du candidat qu'elle est appelée à présenter pour la chaire de Zoologie vacante au Muséum d'Histoire naturelle, par suite de la démission de M. *Geoffroy-Saint-Hilaire*.

La section de Zoologie, se trouvant incomplète par l'absence de plusieurs de ses membres, demande l'adjonction de deux autres membres pour concourir avec elle à la formation d'une liste de candidats.

L'Académie procède, par voie de scrutin, à l'élection de ces Commissaires : MM. Dutrochet et Breschet réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie désirait vivement savoir si le traité d'Acoustique dont M. **Savart** s'occupait depuis tant d'années, s'était retrouvé dans ses papiers. M. *Arago* a annoncé aujourd'hui que le premier volume de cet important ouvrage est entièrement rédigé. L'ordre des chapitres du second volume, avait été tracé par l'illustre physicien. Les notes sont assez détaillées ; le second volume pourra également paraître.

M. Arago a reçu ces renseignements de M. le lieutenant-colonel du génie Savart. Cet officier vient de quitter la carrière qu'il parcourait avec une grande distinction, afin de pouvoir se consacrer entièrement à la publication des travaux inédits de son frère. C'est un noble sacrifice que tous les amis des sciences sauront apprécier.

On a trouvé dans les cartons de M. Savart, un Mémoire sur l'écoulement des liquides, entièrement rédigé. Il n'y manque qu'un chapitre relatif à la liaison qui existe entre ces phénomènes et ceux de la voix humaine. M. le lieutenant-colonel Savart, lui-même physicien très habile, espère pouvoir compléter la lacune, en s'aidant de quelques passages de la correspondance qu'il entretenait avec son frère.

Le Secrétaire perpétuel a présenté à l'Académie l'*instrument*, exécuté par M. Rhumkoffer, à l'aide duquel M. *Melloni* fait aujourd'hui toutes ses expériences sur les *rayonnements calorifiques*. Cet instrument, très élégant et très commode, est également propre aux démonstrations publiques et aux recherches les plus délicates.

A l'occasion d'un article du dernier numéro des *Comptes rendus*, M. Arago demande la parole, et s'exprime en ces termes, autant que nous avons pu nous les rappeler :

« J'éprouve un véritable regret d'être forcé de reporter encore quelques » instants l'attention de l'Académie, sur la discussion qui s'est élevée entre » MM. Libri et Chasles; mais il s'agit de défendre la dignité d'un corps sa- » vant dont j'ai l'honneur de faire partie; de prouver qu'un de nos ho- » norables confrères n'a nullement commis la faute qu'on lui impute dans » le *Compte rendu*, je ne puis donc pas hésiter.

» M. Chasles a formé, d'après divers chroniqueurs, un intéressant cata- » logue d'apparitions d'étoiles filantes, pour l'intervalle compris entre 538 » et 1223 inclusivement. A ce travail d'érudition, l'auteur a joint une table » intitulée : *Récapitulation; apparitions d'étoiles filantes en masse*. La ré- » capitulation conduit M. Chasles à diverses conséquences.

» Dans la séance du 22 mars, M. Libri reprocha à M. Chasles, de ne » pas avoir transformé, en faisant sa récapitulation, les dates juliennes » des chroniqueurs en dates grégoriennes. Afin de montrer l'importance de » cette transformation, M. Libri l'effectua pour quelques citations, et an- » nula ainsi un des plus curieux résultats du tableau de M. Chasles. Dans » le catalogue corrigé par M. Libri, le mois de janvier ne se fesait plus re- » marquer par une absence complète d'apparitions d'étoiles *en masse*, à côté » du mois de février embrassant un assez bon nombre de ces apparitions.

» Parmi les réponses qu'opposa M. Chasles aux critiques de M. Libri, » dans la séance du 5 avril, voici celle qui fut plus particulièrement remar- » quée :

» M. Libri reproche une erreur au catalogue résumé de M. Chasles; il
» veut la corriger et au lieu de cela il la double; au lieu d'avancer les dates
» il les fait rétrograder; M. Libri, enfin, applique la correction grégorienne,
» précisément en sens inverse de ce que les principes de la réforme et de
» l'arithmétique exigeaient impérieusement.

» L'erreur était aussi évidente qu'étrange. M. Libri avoua *sa distraction*
» et crut, en même temps, devoir se placer sous l'égide des savants
» illustres qui s'étaient trompés, disait-il, avant lui et comme lui. A cette
» occasion il cita Newton, Lagrange. Ces noms n'ont pas figuré dans le
» *Compte rendu;* je suis loin d'y trouver à redire; j'applaudis au con-
» traire à la suppression, elle m'a paru de bon goût; ce dont je vais me
» plaindre, c'est une addition.

» Dans l'empressement qu'il avait, le lundi 5 avril, à s'entourer de
» personnes qui s'étaient trompées, M. Libri parla d'un corps savant tout
» entier, auquel, disait-il, on pouvait reprocher d'avoir placé la fête de
» Pâques un mardi. L'inculpation étant restée dans ce vague, je ne crus
» pas devoir la repousser et ajouter, par mes réflexions, à ce que la
» position de M. Libri avait de pénible. Les choses ont maintenant changé
» de face: le corps savant, mauvais calculateur, c'est le Bureau des Lon-
» gitudes; l'ouvrage où l'erreur se trouve, c'est la *Connaissance des Tems*
» de 1821; la page où on peut la lire en toutes lettres, ce n'est pas, qu'on
» le remarque bien, la page 6, c'est la page 5; la date de la publication
» c'est l'année 1819; enfin, pour que rien n'y manque, on va jusqu'à nous
» rappeler que le volume est du format in-8°.

» Je n'hésite pas à le dire, M. Libri, qui, devant l'Académie, n'avait
» nommé ni le Bureau des Longitudes, ni la *Connaissance des Tems,* au-
» rait dû se tenir dans la même réserve en rédigeant l'article du *Compte
» rendu.* Les détails qu'il a ajoutés à ses réflexions verbales, feront natu-
» rellement supposer, partout où notre recueil arrivera, que nous avons
» passé condamnation sur le mérite de la critique explicite de M. Libri,
» que nous n'avons trouvé aucun moyen d'y répondre. J'ai hâte de mon-
» trer combien, au contraire, la chose eût été facile.

» J'ignore qui M. Libri voulait atteindre, en essayant d'englober des
» astronomes dans sa discussion. Peut-être sera-t-il étonné d'apprendre que
» son imputation a été troubler le doyen de l'Observatoire, le doyen du
» Bureau des Longitudes, un des quatre doyens de l'Académie des Sciences,
» le respectable M. Bouvard.

» Après avoir entendu ce nom, chacun s'est déjà demandé avec éton-

» nement, comment un académicien qui a fait plus de calculs numériques
» difficiles, compliqués qu'aucun astronome vivant, a pu se tromper sur
» la détermination du jour de Pâques. Ma réponse ne se fera pas attendre:
» M. Bouvard n'a rien calculé; il n'a fait aucune faute de calcul; c'est gratui-
» tement que M. Libri assimile l'indication inexacte du jour de Pâques
» de quelques exemplaires de la *Connaissance des Tems* de 1821, à l'*erreur*
» *de signe*, à la *distraction*, à l'*inadvertance*, comme il trouvera bon de
» l'appeler, que M. Chasles lui a reprochée. Voici les faits.

» L'ouvrage intitulé : *L'Art de vérifier les Dates*, renferme une table,
» où l'on trouve le jour de Pâques jusqu'à l'an 2000. Tous ceux qui,
» en rédigeant un calendrier, ont besoin de connaître les jours des fêtes
» mobiles, recourent à la table en question. Ainsi fit M. Bouvard pour
» le calendrier de 1821. Comme la table du grand ouvrage des bénédic-
» tins, renferme un certain nombre de colonnes verticales contiguës,
» après avoir bien remarqué, en tête du tableau, celle de ces colonnes qui
» est intitulée : les Pâques du nouveau calendrier, notre confrère y
» plaça l'index et le fit descendre jusqu'à la ligne horizontale correspon-
» dant à l'année 1821. Dans ce mouvement, le doigt s'écarta légèrement de
» la verticale; il passa dans la colonne voisine de gauche; il s'arrêta devant
» le chiffre de la colonne du *terme pascal*, tandis qu'il aurait dû rester
» dans la colonne de *Pâques;* il indiqua le nombre 17 avril au lieu du
» nombre 22 avril.

» Voilà, en fait, ce que M. Libri a voulu assimiler à sa méprise. Cette assi-
» milation n'est pas admissible. Le doigt de M. Bouvard dévia, c'est incon-
» testable; mais il n'y eut là ni faute de théorie, ni faute de raisonnement, ni
» faute de signe; le doigt seul fut coupable. M. Bouvard put commettre l'er-
» reur qu'on vient lui reprocher après 22 années, sans que sa réputation de
» très habile calculateur en doive recevoir la plus légère atteinte.

» J'ajoute, cette réflexion frappera tous les esprits, que l'erreur de
» M. Bouvard, résultât-elle d'*un calcul*, serait comparativement très
» excusable. Le savant académicien n'était nullement engagé dans une po-
» lémique; le nombre qu'il cherchait, ne devait pas servir à saper le
» travail d'un confrère; rien ne lui commandait le surcroît de précautions
» qui devient un véritable devoir pour celui qui s'érige en censeur sévère
» d'autrui.

» Deux mots encore et j'ai fini. Cette fête de Pâques correspondant à
» un mardi; ce jour des Cendres correspondant à un vendredi, dé-
» frayèrent déjà, il y a vingt-deux ans, les sentiments haineux qu'un
» astronome étranger (le baron de Zach), avait voués, sans motifs réels, à

» l'Académie et au Bureau des Longitudes, ou plutôt à Delambre et à La-
» place. N'ai-je pas le droit de m'étonner que M. Libri aille chercher des
» armes contre ses confrères, dans des pamphlets dont les tristes pré-
» textes sont si parfaitement connus du monde savant tout entier! »

Réponse de M. **Libri**.

Après avoir entendu les observations de M. *Arago*, M. Libri demande si elles doivent être insérées au *Compte rendu*. Sur la réponse affirmative de M. Arago, M. Libri déclare que puisque M. Chasles et M. Arago ont cru à plusieurs reprises devoir préparer les observations qu'ils ont présentées à l'Académie au sujet des communications de M. Libri, il croit pouvoir user de la même faculté, et qu'il se réserve de répondre à la Note écrite de M. Arago lorsqu'elle aura paru.

M. **de Silvestre**, en qualité de Secrétaire perpétuel de la Société royale et centrale d'Agriculture, annonce que cette Société tiendra une séance publique, le 18 de ce mois, et que MM. les Membres de l'Académie qui desireraient y assister, seront admis sur la présentation de leur médaille.

physique appliquée.—*Note sur les formules qui servent à calculer le volume de la vapeur sous différentes pressions; par* M. **de Pambour**.

« Les expériences d'un illustre physicien (*Annales de Chimie*, T. XLIII, an x) ont donné ce beau et important résultat, que les gaz et les vapeurs se dilatent de quantités égales pour des accroissements égaux de température. On en a conclu en outre que, pour chaque augmentation de 1° du thermomètre à mercure centigrade, la dilatation des gaz est de 0.00375 du volume qu'ils occupent à la température zéro, et sous la même pression.

» En admettant ce résultat pour les points situés entre 0° et 100°, pour lesquels seulement il avait été observé, MM. Petit et Dulong (Recherches sur les lois de dilatation des solides, des liquides et des fluides élastiques, 1er Mémoire, inséré dans les *Annales de Physique et de Chimie*, vol II, 1815; et sur la mesure des températures et les lois du refroidissement des corps, 2e Mémoire, imprimé séparément, 1818) ont cherché si les mêmes effets se continuaient au-delà de 100°, c'est-à-dire s'il continuait d'y avoir accord entre le thermomètre à mercure et les dilatations de l'air dans un tube thermométrique. Pour cela, ils ont établi un système d'expériences, dans lesquelles ils observaient le volume P, l'élasticité H et la température T,

prise au thermomètre à mercure, d'une masse d'air chauffée dans un tube de verre, puis le volume P', l'élasticité H' et la température T' du même air refroidi jusqu'à la température à peu près invariable d'une chambre froide. Puis, en appelant V ce que devient un volume d'air égal à l'unité, à la température 0°, et qui se dilate sans changer de pression jusqu'à la température T°, et représentant en outre par d la dilatation moyenne du verre entre T'° et T°, ils déduisaient de leurs observations la quantité V par la formule (page 8 du 2e Mémoire)

$$V = \frac{PH}{P'H'}[1 + d(T - T')][1 + 0.00375T'];$$

et enfin, de ce volume V ils concluaient le nombre de degrés qu'un thermomètre d'air qui serait corrigé de la dilatation du verre, marquerait pour une température T du thermomètre à mercure, par la relation suivante :

$$t = \frac{V - 1}{0.00375}.$$

» Au moyen de leurs observations directes sur les quantités P, H, T, P', H', T', et des résultats de ces deux formules, ils ont obtenu une suite de nombres, entre lesquels ils ont fait une interpolation, et c'est le résultat de cette interpolation qu'ils nous ont donné dans la table suivante (page 12 du 2e Mémoire):

TEMPÉRATURES indiquées par le thermomètre à mercure.	VOLUMES correspondants d'une même masse d'air.	TEMPÉRATURES indiquées par le thermomètre à air et corrigées de la dilatation du verre.
— 36°	0.8650	— 36°
0	1.0000	0
100	1.3750	100
150	1.5576	148.70
200	1.7389	197.05
250	1.9189	245.05
300	2.0976	292.70
360	2.3125	350.00

» On remarquera que pour obtenir la correspondance ici rapportée,

entre les degrés des deux thermomètres, les expérimentateurs n'ont pas enfermé une masse d'air dans un tube thermométrique, établi par expérience les points correspondants à la température de la glace fondante et à celle de l'eau bouillante, divisé cet intervalle en 100 parties égales, continué les mêmes divisions jusqu'à 360°, et enfin comparé les indications d'un thermomètre ainsi formé, et corrigées de la dilatation du verre, avec un thermomètre à mercure, ce qui aurait rendu leurs observations indépendantes de toute valeur du coefficient de la dilatation. Ils n'ont opéré ainsi que dans leurs observations au-dessous de 0°, savoir, à — 21° et à —36°; mais entre 0° et 100°, ils n'ont fait aucune expérience, et pour les températures supérieures à 100°, ils ont opéré comme nous l'avons indiqué plus haut.

» Il résulte donc seulement de la table ci-dessus et du mode de calcul qui y a conduit, qu'en admettant que l'air se dilate de 0.375 de son volume primitif, en passant de 0° à 100°, et appelant ensuite 1° de température au thermomètre d'air, chaque accroissement de 0.00375 du volume primitif de l'air à 0°, les deux thermomètres présentent les correspondances rapportées; c'est-à-dire que, après avoir coïncidé dans un intervalle de 136°, de — 36° à 100°, ils s'écartent ensuite de 1°.30 dans les 50 premiers degrés suivants, et que cet écartement s'augmente graduellement jusqu'à 360° du thermomètre à mercure, où il devient de 10°.

» Mais depuis que les résultats précédents ont été obtenus, et en profitant des progrès de la science, un physicien allemand, M. F. Rudberg (*Annales de Physique et de Chimie*, par J. C. Poggendorff, tomes XLI, XLIII, XLIV, année 1837 et suiv.), a entrepris une nouvelle détermination du coefficient de dilatation des gaz; et, dans une série de 12 expériences faites sur l'air atmosphérique, il a obtenu le coefficient 0.003646, qui est adopté par plusieurs physiciens éminents. Dulong, qui, avant sa mort, avait pu examiner le travail de M. Rudberg, en reconnaissait l'exactitude, et c'est d'après son opinion que nous avons donné la préférence à ce coefficient dans notre *Théorie de la Machine à vapeur*.

» Cependant, comme la correspondance établie par Petit et Dulong entre les degrés du thermomètre à mercure et ceux du thermomètre d'air corrigé de la dilatation du verre, reposait essentiellement sur l'admission du coefficient 0.00375, nous nous sommes proposé de chercher à quels résultats ces physiciens auraient été conduits à cet égard, si à l'époque de leurs recherches, ils avaient eu connaissance du résultat de M. Rudberg. Il est évident que leurs formules de réduction seraient alors

devenues

$$V_1 = \frac{PH}{P'H'}[1 + d(T - T')][1 + 0.003646 T'],$$

et

$$t_1 = \frac{V_1 - 1}{0.003646}.$$

Il est donc facile de calculer les nouveaux volumes V_1 qui auraient remplacé ceux obtenus par Dulong, en multipliant ces derniers par le facteur

$$\frac{1 + 0.003646 T'}{1 + 0.00375\ T'};$$

et ensuite, de ces nouveaux volumes, on peut conclure, par la seconde formule ci-dessus, la valeur correspondante de t_1. En procédant ainsi, et prenant pour la température de la chambre froide, que Petit et Dulong indiquent comme à peu près invariable, sa valeur moyenne $T' = 17°.60$, résultant de quatre expériences originales rapportées dans leur premier Mémoire, on obtient les résultats suivants, qui indiquent la marche comparative du thermomètre à mercure et du thermomètre d'air, basé sur le coefficient 0.003646, et corrigé de la dilatation du verre :

TEMPÉRATURES indiquées par le thermomètre à mercure.	VOLUMES correspondants d'une même masse d'air.	TEMPÉRATURES indiquées par le thermomètre à air et corrigées de la dilatation du verre.
— 36°	0.8687	— 36°
0	1.0000	0
100	1.3646	100
150	1.5549	152.19
200	1.7359	201.84
250	1.9156	251.13
300	2.0940	300.05
360	2.3085	358.88

» En formant cette table, nous n'avons pas conclu le volume de l'air à — 36°, de celui donné par la table de Petit et Dulong. Nous l'avons déduit directement de l'admission du coefficient 0.003646, parce que nous croyons que c'est ainsi qu'ont procédé les auteurs du Mémoire; c'est-

à-dire qu'ils ont conclu le volume de l'air à — 36° de l'identité des deux thermomètres observés directement pour ce point, et du coefficient de dilatation qu'ils admettaient. Nous devons ajouter aussi que nous n'avons fait aucun changement à la dilatation du verre employée par les auteurs.

» On voit, d'après cette table, qu'en admettant le coefficient 0.003646, les différences existant entre le thermomètre à mercure et le thermomètre d'air corrigé de la dilatation du verre deviennent beaucoup moins considérables que dans l'hypothèse du coefficient 0.00375.

» Or, en représentant par p la pression de la vapeur, exprimée en kilogrammes par centimètre carré, par t la température de cette vapeur, prise au thermomètre d'air corrigé de la dilatation du verre, et par k le coefficient de dilatation des gaz par degré de température du thermomètre d'air, on sait que le volume de la vapeur, à la température t et sous la pression p, est exprimé par la formule

$$\mu = 1700 \cdot \frac{1.033}{p} \cdot \frac{1 + kt}{1 + 100k}.$$

Par conséquent, lorsque dans cette expression on fera usage du coefficient $k = 0.003646$, on pourra prendre pour la lettre t, non la température du thermomètre d'air, mais simplement la température du thermomètre à mercure qu'on connaît directement, et il n'en résultera aucune erreur importante.

» En effet, en exécutant le calcul pour les points principaux de l'échelle, et attribuant à t d'abord la température du thermomètre à mercure, puis ensuite celle du thermomètre d'air corrigé de la dilatation du verre, d'après les résultats ci-dessus, on obtient la table suivante :

PRESSION de la vapeur en kilogrammes par centimètre carré.	TEMPÉRATURE au thermomètre à mercure centigrade.	TEMPÉRATURE au thermomètre d'air corrigé de la dilatation du verre.	VOLUME de la vapeur calculé avec le coefficient 0.003646 et la température du thermomètre à mercure.	VOLUME de la vapeur calculé avec le coefficient 0.003646 et la température du thermomètre d'air corrigé de la dilatation du verre.
0.1	45°88	45°88	15022	15022
0.5	80.54	80.54	3329.6	3329.6
1	98.98	98.98	1751.3	1751.3
2	120.08	120.96	925.2	927.2
3	133.55	135.02	637.8	640.1
4	143.68	145.59	490.3	492.5
5	151.82	153.00	399.9	401.0
6	158.94	161.07	338.8	340.4
7	165.16	167.25	294.6	296.0
8	170.71	172.76	261.0	262.2
9	175.73	177.74	234.6	235.7
10	180.32	182.30	213.3	214.2
....	......	......	......	......
25 (limites des expér. de MM. Arago et Dulong.)	224.59	226.09	93.6	93.9
197.68	360.00	358.88	15.05	15.03

» On voit, d'après cette table, qu'on obtient sensiblement les mêmes résultats en calculant les volumes de la vapeur, soit par un mode, soit par l'autre.

» Cependant nous devons ajouter que, comme nous n'avons pas les nombres originaux des expériences de Petit et Dulong, mais seulement les résultats de leur interpolation, et la valeur moyenne de la température de leur chambre froide, nous ne pouvons pas être tout-à-fait assurés de l'exactitude des chiffres de la table que nous avons obtenue plus haut, pour la correspondance du thermomètre à mercure avec le thermomètre à air corrigé de la dilatation du verre. Ce pourrait être la cause d'une particularité qu'on remarque dans cette table, en ce que les températures du thermomètre à mercure, inférieures d'abord à celles du thermomètre d'air, leur deviennent ensuite supérieures près du point d'ébullition; quoique une partie de cet effet puisse être due à une modification particulière produite alors dans le liquide par sa tendance à se former en vapeur. De nouvelles expériences à cet égard seraient donc nécessaires;

mais on voit que, pour s'en tenir à celles qui ont été faites jusqu'ici, on pourra, dans les applications, calculer le volume de la vapeur formée sous différentes pressions, avec le coefficient 0.003646, en faisant usage seulement de la température du thermomètre à mercure, sans être obligé de réduire d'abord cette température en degrés du thermomètre d'air. Ce mode simplifiera considérablement le calcul sans produire aucune erreur importante, et c'est pourquoi, considérant de plus l'incertitude de la réduction des températures en degrés du thermomètre d'air, nous avons cru devoir lui donner la préférence.

» Du reste, il est une circonstance particulière qu'il peut être utile de mentionner ici, c'est qu'en faisant usage, pour calculer les volumes de la vapeur, du coefficient 0.00375 et des températures du thermomètre d'air corrigées de la dilatation du verre, d'après la table de Petit et Dulong, on arrive exactement, pour toutes les pressions supérieures à 1 atmosphère, aux nombres contenus dans la quatrième colonne de la table précédente. Nous avons fait le calcul pour toutes les pressions indiquées dans cette table, et dans aucun cas nous n'avons trouvé de différence que dans le chiffre des dixièmes, et cette différence n'excède jamais trois unités de cet ordre. Cette circonstance tient certainement à ce que, dans le calcul, les deux erreurs commises, sur le coefficient et sur la température du thermomètre d'air, se compensent mutuellement; mais elle a ceci de particulier, qu'elle pourrait dispenser même les personnes qui continuent d'admettre le coefficient 0.00375, de faire la réduction au thermomètre d'air, puisqu'il leur suffirait de substituer le coefficient 0.003646 au coefficient 0.00375, pour opérer cette réduction par le fait. »

« Au sujet de la communication de M. *de Pambour,* M. **Regnault** fait remarquer que Rudberg a annoncé lui-même que l'on obtenait une coïncidence presque complète dans la marche des thermomètres à air et à mercure, en calculant les expériences de Dulong et Petit avec le coefficient de dilatation de l'air 0,003646 qui résulte de ses expériences.

» M. Regnault saisit cette occasion pour annoncer à l'Académie qu'il lui présentera très prochainement une nouvelle série d'expériences directes sur la détermination du coefficient de dilatation des gaz et sur la comparaison du thermomètre à mercure avec le thermomètre à air. Les nombres qu'il a obtenus pour le coefficient de dilatation de l'air sec s'éloignent peu de celui adopté par Rudberg : ils sont cependant constamment un peu plus forts. »

M. Boutigny écrit relativement à ses recherches sur l'*état sphéroïdal* des liquides et communique un fait qu'il a observé en répétant, dans de nouvelles circonstances, une expérience sur laquelle il avait déjà antérieurement appelé l'attention de l'Académie.

Une goutte d'*acide sulfureux anhydre* projetée sur une surface incandescente y avait donné lieu à la formation d'un glaçon; en répétant l'expérience dans la moufle d'un fourneau à coupelle chauffé à blanc, M. Boutigny a vu, comme la première fois, se former le glaçon provenant de l'eau hygroscopique de l'air absorbée par l'acide; mais il a vu de plus ce glaçon repasser à l'état liquide sphéroïdal : dans cet état la gouttelette paraissait formée d'eau pure, tout l'acide s'était évaporé.

M. Bagé annonce qu'il a répété les expériences rapportées dans une communication récente de M. *Dutrochet*, relativement aux *mouvements d'une parcelle de camphre à la surface de l'eau*, et qu'ayant voulu voir si d'autres produits végétaux cristallisés présenteraient les mêmes phénomènes, il est parvenu à les reproduire avec un fragment d'*acide citrique*.

M. Gervais écrit de Cherbourg relativement à l'emploi de la *cautérisation pharyngienne* dans les cas de *surdité*. « Cette opération, dit-il, était depuis long-temps, dans la science, du domaine vulgaire, et en disant que je l'ai pratiquée plusieurs fois avec succès, je ne prétends réclamer en aucune manière l'honneur de l'invention. » M. Gervais spécifie plusieurs différentes espèces de surdité accidentelle dans lesquelles cette cautérisation, pratiquée avec le nitrate d'argent fondu, réussit souvent, suivant lui, et quelquefois presque immédiatement.

M. Clesse écrit relativement à un *météore lumineux* qu'il a observé à Commercy, dans la nuit du 21 au 22 mars, et qui paraît avoir été vu également à Sainte-Menould (Meuse). Le passage du corps lumineux fut suivi d'une forte détonation.

M. Taylor, directeur de l'observatoire de la Compagnie des Indes, à Madras, annonce l'envoi des cinq premiers volumes des *observations astronomiques* faites sous sa direction. Il se propose d'envoyer régulièrement les volumes suivants, à mesure qu'ils seront publiés.

Les volumes annoncés par M. Taylor ont été déjà présentés à l'Académie. (Voir le *Bulletin bibliographique* de la précédente séance.)

M. Tochouski adresse une Note écrite en polonais, et qu'il annonce dans sa lettre d'envoi comme étant relative aux *moteurs électro-magnétiques*.

L'Académie des Sciences de Bologne transmet une traduction française du programme du prix *Aldini* pour l'année 1842, programme dont elle avait précédemment envoyé l'original italien.

A 4 $\frac{3}{4}$ heures l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 14, in-4°.

Tables des Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2me semestre 1840, in-4°.

Annales des Sciences naturelles; décembre 1840, in-8°.

Recherches générales sur l'Organographie, la Physiologie et l'Organogénie des végétaux; par M. GAUDICHAUD; in-4°, avec planches.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; mars 1841, in-8°.

Annales maritimes et coloniales; 26e année, mars 1841, in-8°.

Du traitement moral de la Folie; par M. LEURET; 1840, in-8°.

Traité complet de l'Anatomie des Animaux domestiques; par M. RIGOT, 1re livraison; *Syndesmologie, ou Description des Articulations;* septembre 1840, in-8°.

Traité de Pathologie iatrique ou médicale et de Médecine piatrique; par M. PIORRY; 1re, 2e et 3e livraison, in-8°.

Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne; janvier à avril 1841, in-8°.

Examen chimique et médical du Monésia; par MM. B. DEROSNE, HENRY et PAYEN; 1840, in-8°.

Chimie agricole.—Des fumiers considérés comme engrais; par M. J. GIRARDIN. (Extrait de l'*Annuaire de l'Association normande* pour 1841.) Caen, in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; mars 1841, in-8°.

Revue progressive d'Agriculture, de Jardinage, d'Économie rurale et domestique; avril 1841, in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; avril 1841, in-8°.

Pétition présentée au Conseil des Ministres, à la Chambre des Pairs et à la Chambre des Députés, par la Société centrale d'Agriculture du département de la Seine-Inférieure, pour obtenir une représentation légale des intérêts de l'Agriculture; une feuille in-4°.

Essay on... *Essai sur les moyens de prévenir les accidents sur les Chemins de fer; par* M. Cayley; une feuille in-8°.

Astronomische.... *Nouvelles astronomiques de* M. Schumacher; n° 420, in-4°.

Map of the... *Carte du siége de la guerre dans la Floride; par* MM. J. Mackay et J.-E. Blacke, ingénieurs topographes des États-Unis; Tampa-Bay (Floride), 1839, in-fol., deux feuilles assemblées. (Donné par M. Achille Murat.)

Soluzione... *Solution d'un problème très important en Géologie, et examen du flux et reflux de la mer; par* M. L. Porta; Naples, 1839, in-8°.

Sul clavismo... *Sur la Gangrène produite par l'usage du seigle ergoté et sur la maladie convulsive épidémique; Recherches historico-médicales du* Dr S. de Renzi; Naples, 1841, in-8°.

Alcune... *Expériences sur les inductions du magnétisme terrestre, et invention d'une batterie magnéto-électro-tellurique;* Mémoire lu par M. L. Palmieri à l'Académie des Sciences de Naples, et publié dans le n° 53 du Journal *el Progresso;* Naples, 1841, in-8°.

Ensaio... *Essai chorographique sur la province de Para; par* M. A.-L. Monteiro Baena; Para, 1839, in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome 9, n° 15, in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 43—45.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 197, in-8°.

La France industrielle; jeudi 8 avril 1841.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — MARS 1841.

Jours du mois.	9 heures du matin. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Midi. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	3 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	9 heures du soir. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	Thermomètre. Maxim.	Minim.	État du ciel à midi.	Vents à midi.
1	748,94	+ 2,4		749,29	+ 6,1		749,31	+ 6,0		751,35	+ 1,9		+ 6,2	+ 0,3	Nuageux	S.
2	751,00	+ 4,2		750,93	+ 6,8		750,08	+ 8,0		747,24	+ 3,5		+ 8,1	+ 1,0	Quelques éclaircies	O.
3	741,76	+ 8,1		741,96	+ 6,8		743,08	+ 7,5		748,07	+ 5,0		+ 8,8	+ 3,0	Pluie	O. N. O.
4	754,52	+ 4,8		755,52	+ 5,6		755,53	+ 7,0		756,71	+ 1,6		+ 7,0	+ 3,3	Quelques éclaircies	N. O.
5	756,46	+ 5,4		756,63	+ 8,6		755,22	+ 9,8		748,94	+ 7,4		+10,0	+ 0,6	Couvert	O. S. O.
6	751,23	+ 9,8		753,21	+10,5		755,13	+11,0		758,94	+ 6,8		+11,9	+ 6,8	Nuageux	N. E.
7	762,57	+ 8,2		762,76	+12,8		762,81	+13,4		764,90	+10,0		+13,7	+ 2,1	Couvert	O. N. O.
8	767,95	+ 8,0		767,97	+ 8,7		767,73	+ 8,7		767,87	+ 5,8		+ 9,0	+ 5,8	Couvert	N. E.
9	768,36	+ 3,2		768,19	+ 8,6		767,03	+13,3		768,00	+ 8,8		+13,4	+ 1,8	Beau	N. N. O.
10	769,03	+ 6,8		768,67	+12,2		767,72	+14,0		768,75	+10,1		+14,2	+ 2,0	Beau	N. E.
11	769,74	+ 9,5		769,19	+13,6		768,50	+16,1		768,81	+11,0		+16,3	+ 4,7	Beau	S. E.
12	768,85	+ 9,7		767,85	+16,4		766,45	+18,8		766,46	+12,4		+19,6	+ 3,3	Beau	S. S. E.
13	766,01	+11,4		765,70	+15,7		764,59	+18,3		765,78	+12,3		+18,6	+ 3,3	Beau	S. S. O.
14	765,00	+ 6,1		765,05	+ 9,1		763,54	+13,9		763,09	+10,3		+14,6	+ 5,0	Brouillard	N.
15	761,68	+10,0		760,65	+15,0		759,20	+16,9		758,37	+ 9,2		+17,2	+ 4,7	Beau	N. N. E.
16	756,60	+11,2		755,47	+16,1		753,67	+18,0		752,54	+13,7		+18,7	+ 3,2	Beau	S. E.
17	751,00	+11,8		750,96	+12,5		750,39	+14,6		750,87	+ 9,0		+14,9	+ 5,7	Pluie	S. E.
18	748,12	+10,1		749,16	+12,0		748,63	+12,9		750,22	+10,9		+13,0	+ 4,1	Couvert	S. O.
19	753,21	+ 9,0		752,68	+13,0		752,28	+14,3		753,77	+ 9,4		+15,1	+ 3,2	Beau	S.
20	752,49	+ 9,9		751,12	+16,3		750,25	+17,5		750,60	+11,1		+18,7	+ 3,7	Beau	S.
21	753,89	+10,6		753,34	+13,6		752,90	+11,4		751,55	+ 9,8		+13,9	+ 6,0	Quelques éclaircies	S. O.
22	748,82	+14,4		749,05	+16,5		749,54	+14,8		752,32	+10,7		+16,6	+ 9,0	Pluie	S. S. O.
23	759,75	+10,4		760,74	+13,2		761,29	+14,4		763,79	+ 8,8		+14,5	+ 6,0	Très nuageux	O.
24	766,33	+10,9		765,75	+15,2		765,03	+15,7		764,60	+ 6,5		+16,7	+ 5,5	Nuages	S. S. O.
25	762,50	+11,6		761,14	+18,3		759,65	+20,4		757,91	+13,0		+20,9	+ 3,2	Beau	S. S. O.
26	753,02	+12,6		750,76	+19,3		748,75	+21,7		749,74	+15,3		+22,0	+ 7,4	Couvert	S.
27	753,42	+10,2		753,70	+11,9		753,35	+12,0		754,66	+ 8,2		+13,3	+ 8,5	Couvert	O.
28	757,53	+ 4,6		756,87	+ 7,6		756,51	+11,7		757,15	+ 9,0		+12,0	+ 4,0	Très nuageux	O.
29	757,78	+10,4		757,27	+14,2		756,31	+15,3		756,41	+10,6		+16,0	+ 1,8	Nuageux	S. O.
30	757,11	+10,0		757,59	+11,4		758,27	+12,8		758,70	+10,0		+13,0	+ 7,6	Nuageux	O.
31	752,50	+ 8,9		752,18	+10,9		751,92	+ 9,2		751,94	+ 8,0		+10,3	+ 5,0	Quelques éclaircies	S. O.
1	757,18	+ 6,1		757,51	+ 8,7		757,36	+ 9,9		758,08	+ 6,1		+10,2	+ 2,7	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.
2	759,26	+ 9,9		758,77	+14,0		757,75	+16,1		758,05	+10,9		+16,7	+ 4,1	... Moy. du 11 au 20	Cour. 4,048
3	756,60	+10,4		756,22	+13,9		755,78	+14,5		756,25	+10,0		+15,4	+ 5,9	... Moy. du 21 au 31	Terr.. 3,558
	757,65	+ 8,8		757,36	+12,2		756,92	+13,5		757,42	+ 9,0		+14,1	+ 4,2	.... Moyennes du mois.... + 9,1	

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 AVRIL 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Réplique de* M. BIOT *à* M. Dutrochet, *sur les mouvements excités par la vaporisation.*

« La réponse écrite que M. Dutrochet m'a fait l'honneur de m'adresser, dans le dernier *Compte rendu*, n'offrant presque qu'une appréciation personnelle des résultats qu'il a obtenus, il n'y aurait aucune utilité à prolonger davantage une discussion, dont tous les éléments sont aujourd'hui sous les yeux des physiciens. Je dirai seulement, que le phénomène du camphre suspendu près de l'eau, et y excitant des mouvements, quoique paraissant rester lui-même immobile, ne me semble pas du tout *une preuve irréfragable* que ces mouvements ne sont pas produits par l'action mécanique d'une effluve matérielle, comme notre confrère s'en montre persuadé. Car le camphre suspendu est bien plus difficile à mouvoir que le camphre flottant sur l'eau; d'abord parce que toute déviation latérale développe alors une résistance qui naît de son poids; puis, parce que son

émission totale, opérée dans l'air, est bien moins abondante qu'à la surface de l'eau; et enfin, parce que la portion la plus active de ses effluves, dirigée verticalement vers l'eau, ne peut produire sur lui qu'une réaction horizontale infiniment faible. Au reste, je suis loin de croire qu'il n'y ait plus rien à découvrir dans les détails mécaniques de ces phénomènes (1). Notre confrère paraît être arrivé au même sentiment. Car la conclusion finale où ses recherches le conduisent, c'est qu'*il y a là, à son avis, développement d'une force particulière*, qu'il ne définit pas, et *à laquelle donnerait naissance l'action chimique de la dissolution de la vapeur du camphre dans l'eau* (2). A la vérité, il faudrait probablement alors, imaginer une autre force *particulière*, pour le mouvement du camphre sur le mercure sec; mais la liberté des hypothèses étant compensée par la liberté des assentiments, il n'y a pas de mal à ce que l'une et l'autre soient illimitées. »

Réplique de M. Dutrochet *à* M. Biot.

« M. Biot, pensant que le camphre agit mécaniquement *à distance* sur l'eau par l'impulsion de sa vapeur, et jugeant que les expériences de Bénédict Prévost n'étaient pas assez concluantes pour prouver cette assertion, a fait, il y quarante ans, des expériences qu'il a reproduites dans le *Compte rendu* de la dernière séance. Dans l'une d'elles il présente la pointe d'un cône de camphre très près de la surface d'une mince couche d'eau étendue sur le fond d'une assiette de porcelaine. On voit alors l'eau s'écarter circulairement autour de l'axe prolongé du cône que forme le morceau de camphre. D'après M. Biot, ce fait prouverait que le camphre exerce, par l'émission de sa vapeur, une action *à distance* sur l'eau pour

(1) Outre les sujets de recherche que j'ai indiqués à la fin de ma Note dans le dernier *Compte rendu*, je serais porté à penser que la capillarité, modifiée à chaque instant sur le contour de la section de flottaison du camphre, par son changement perpétuel de position et de forme, exerce dans ces phénomènes une influence qui n'a pas été suffisamment étudiée. Le camphre en s'agitant, et tournant sur lui-même, imprime à la surface de l'eau un mouvement de vibration, ou de trépidation, qui s'étend très loin, et qui devient visible à l'œil nu par les variations qu'il produit dans la réflexion spéculaire des objets. Ces agitations doivent mécaniquement se propager dans l'intérieur de la masse d'eau sur laquelle le camphre nage. Ne seraient-elles pas excitées par la vapeur émise sous le morceau de camphre, dans sa surface de contact avec l'eau? et serait-ce là ce qui produit les soubresauts continuels qu'on lui voit éprouver?

(2) *Compte rendu* de la séance du 15 avril 1841, page 626.

l'écarter circulairement. Voyons si ce fait ne pourrait pas s'expliquer autrement.

» Bénédict Prévost (1) a découvert que beaucoup de liquides hétérogènes, associés deux à deux, se repoussent lorsque l'un de ces liquides, étant étendu en couche très mince sur une glace ou sur le fond d'une assiette, on dépose une goutte de l'autre liquide sur la couche mince que forme le premier, lequel s'écarte alors circulairement. Ainsi l'eau pure repousse un grand nombre de solutions salines; diverses solutions salines se repoussent entre elles; l'éther repousse l'alcool; la même répulsion s'observe entres des huiles différentes, etc. Or j'ai expérimenté qu'une petite goutte d'eau camphrée étant déposée sur la mince couche d'eau qui enduit uniformément le fond d'une assiette de porcelaine ou une glace, cette couche d'eau s'écarte circulairement de manière à laisser à sec un espace circulaire assez étendu. C'est là évidemment le phénomène découvert par Prévost et c'est aussi, je dois le dire, le phénomène observé par M. Biot. En effet, dans son expérience, le morceau de camphre se trouvant très rapproché de l'eau, la vapeur de cette substance s'est dissoute dans ce liquide, ce qui a formé de l'eau camphrée, laquelle a opéré l'écartement circulaire de la mince couche d'eau. Voilà, on n'en peut douter, la véritable explication du phénomène observé par M. Biot. Le camphre n'a agi, dans cette circonstance, qu'en donnant à l'eau sa vapeur à dissoudre et non en exerçant sur elle une action mécanique *à distance*. La force qui produit ici l'écartement circulaire de l'eau est produite dans l'eau elle-même, et elle naît de l'acte de la dissolution de la vapeur du camphre dans ce liquide.

» L'action mécanique *à distance* qu'exercerait le camphre par l'émission de sa vapeur, n'est pas prouvée davantage par l'expérience dans laquelle M. Biot repousse une feuille d'or flottante sur la surface de l'eau en lui présentant de près un petit morceau de camphre. C'est encore ici la dissolution de la vapeur du camphre dans la couche superficielle de l'eau qui donne naissance à cette force motrice en apparence répulsive de la feuille d'or, mais qui, dans le fait, n'opère que l'écartement circulaire de l'eau qui la porte. Cela est évidemment prouvé par l'expérience de B. Prévost que j'ai déjà citée dans ma première réponse à M. Biot, expérience dans laquelle une capsule de verre contenant quelques gouttes d'éther était

---

(1) *Annales de Chimie*, tome XL.

située à 20 millimètres au-dessus d'une assiette pleine d'eau sur la surface de laquelle flottaient des feuilles d'or ou d'étain. Dans cette expérience, les feuilles métalliques se mouvaient à la surface de l'eau sous l'influence de la vapeur de l'éther répandue uniformément dans l'air; elles n'étaient point soumises à l'action mécanique de l'émission directe de cette vapeur. C'était donc encore évidemment ici la dissolution d'une vapeur dans l'eau qui déterminait dans ce liquide le développement d'une force motrice.

» C'est en vain que M. Biot veut lutter contre les résultats de mon expérience, dans laquelle une parcelle de camphre suspendue à un fil de soie et très rapprochée de l'eau, excite de vifs mouvements dans ce liquide, sans éprouver elle-même aucun mouvement. Cette expérience est décisive; elle tranche nettement la question. La théorie que soutient M. Biot tombe nécessairement devant elle; je ne suis ici d'accord avec lui que sur ce fait, que le mouvement du camphre à la surface de l'eau est produit par le développement d'une force intermittente dans son action; *on pourrait*, dit-il, *utilement chercher en quoi consiste cette force*, sur l'origine de laquelle nous différons, M. Biot et moi. En effet, il considère cette force comme présidant à l'émission intermittente de la vapeur du camphre, et comme se développant par conséquent dans l'air, tandis que je la considère comme se développant dans l'eau et accompagnant la dissolution de toutes les substances solubles dans ce liquide, soit qu'elles soient susceptibles de se vaporiser à la température ordinaire de l'atmosphère, soit qu'elles ne le soient pas. J'ai exprimé ce fait dans mes *Recherches sur la cause des mouvements que présente le camphre placé à la surface de l'eau*, lorsque j'ai dit (1): *le camphre ne se meut que par saccades brusques et intermittentes; il en est de même du savon, et je puis dire ici que ces saccades brusques sont un caractère général de ce phénomène de mouvement dans toutes les substances qui le présentent.* Selon moi cette force, qui n'agit que par saccades brusques et intermittentes, est celle qui tend à éloigner toute solution naissante du corps soluble duquel elle émane. J'ai exprimé théoriquement ce fait, en disant que les corps qui se dissolvent dans l'eau, *repoussent leur propre solution.* Je ne tiens point du tout à cette expression théorique du fait; mais je tiens à ce fait lui-même, sur lequel j'ai le premier appelé l'attention des physiciens. Cette *force saccadée*

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XII, page 7.

intermittente est produite dans l'acte de la dissolution; elle projette la dissolution naissante dans le liquide aqueux dissolvant, et quelquefois à sa surface, et ce mouvement de projection s'étend jusqu'à une certaine distance du point auquel s'opère cette dissolution naissante. Si le corps soluble est flottant sur l'eau il reçoit, mécaniquement, un mouvement de progression par saccades intermittentes. Si sa vapeur est soluble dans l'eau, ainsi que cela a lieu pour le camphre, et que ce corps soit suspendu librement au-dessus et très près de la surface de ce liquide, sa vapeur, en s'y dissolvant, produira la *force saccadée intermittente* qui donnera à cette dissolution naissante un mouvement intermittent et saccadé dans l'intérieur et à la surface de l'eau, et le camphre lui-même suspendu librement dans l'air n'éprouvera aucun mouvement; ce qui prouve que sa vapeur s'émet paisiblement et sans force impulsive qui se fasse sentir ni à l'air environnant, ni à l'eau voisine.

» Le mouvement par lequel la dissolution naissante tend à s'éloigner du corps qui se dissout n'est point, comme on pourrait peut-être le penser, un effet d'hydrostatique dû à l'inégalité de pesanteur spécifique de l'eau et de la dissolution. Lorsqu'un corps soluble, tel qu'un cristal de sel, est tenu en suspension dans l'intérieur de l'eau, sa dissolution plus pesante que ce liquide se précipite au fond, et l'eau qui environne plus loin le cristal afflue de tous côtés vers lui pour remplacer la dissolution qui a gagné le fond du vase. Ce mouvement est toujours assez lent, et il est uniforme; il n'a aucun rapport, relativement à sa cause, avec le mouvement rapide, intermittent et saccadé qui tend à éloigner la dissolution naissante du point où elle s'opère et cela dans toutes les directions. Ce dernier mouvement est indépendant de l'hydrostatique; il dépend d'une force particulière qui offre son *maximum* d'énergie lors de la dissolution dans l'eau des substances combustibles auxquelles j'ai donné le nom général de *corps camphoroïdes;* elle se développe avec moins d'énergie lors de la dissolution des alcalis dans l'eau; elle a moins d'énergie encore lors de la solution des acides dans l'eau; enfin son énergie est au *minimum* lors de la solution des sels neutres dans ce même liquide. J'ai considéré cette *force saccadée intermittente* comme étant probablement de nature électrique. Je n'ai présenté cette idée que comme une hypothèse; toujours est-il qu'il y a là développement d'une force qui possède manifestement un caractère particulier, savoir, celui de l'intermittence de son action. C'est cette force motrice, qui observée lorsqu'elle meut le camphre à la surface des liquides aqueux, se trouve être influencée d'une manière bien remarquable par des

causes qui paraissent si étranges; s'abolissant ou se revivifiant, au gré de l'expérimentateur, sous l'influence de ces causes qui n'ont jusqu'ici aucun lien apercevable avec leurs effets.

» Je vais exposer ici une observation nouvelle sur cette *force saccadée intermittente* encore si mystérieuse dans sa nature.

» L'alcool imbibant des corps légers flottants à la surface de l'eau, se dissout dans ce liquide en s'y répandant en jets saccadés et intermittents, lesquels produisent, par réaction ou par un effet de recul, le mouvement sur l'eau de ces mêmes corps légers. Ce n'est point la vapeur de l'alcool qui, en frappant mécaniquement la surface de l'eau, produit cet effet de recul, c'est l'alcool lui-même, ou plutôt sa dissolution naissante dans l'eau qui est lancée par une *force saccadée intermittente* dans l'intérieur de ce liquide. Aussi voit-on les petits corps organiques plus pesants que l'eau et imbibés d'alcool se mouvoir de même par saccades brusques et intermittentes étant plongés dans l'eau. On pourrait penser qu'il n'y a là que des effets d'hydrostatique produits par l'inégale pesanteur spécifique des deux liquides qui se mêlent. L'expérience suivante dissipe tous les doutes à cet égard. Je verse de l'eau dans un tube vertical de verre fermé à son extrémité inférieure, et cela jusqu'à le remplir à un centimètre près. Ce tube a douze millimètres de diamètre. J'achève ensuite de remplir le tube avec de l'alcool coloré en rouge. A l'instant du contact de ces deux liquides on voit, par des jets rapides et tumultueux, l'alcool coloré pénétrer dans l'eau sous-jacente; bientôt ce mouvement s'arrête et les deux liquides demeurent superposés à l'état tranquille; après l'établissement de ce repos, j'ai vu souvent un ou deux jets d'alcool se précipiter tout-à-coup, comme des fusées descendantes rapides, dans l'intérieur de l'eau, et après avoir épuisé leur force de projection, remonter en vertu de leur pesanteur spécifique inférieure à celle de l'eau et rejoindre la masse supérieure de l'alcool de laquelle ces jets avaient été détachés pour être lancés avec impétuosité de haut en bas, et contre les lois de l'hydrostatique, par une *force saccadee intermittente*, laquelle semblait ainsi avoir opéré une décharge après s'être accumulée pendant un instant d'intermittence d'action. Les physiciens auront à rechercher quelle est la véritable nature de cette force que j'ai nommée provisoirement *diluo-électrique*, par suite du soupçon que j'ai conçu, et que je conserve encore, qu'elle est une modification de l'électricité. J'ai quelques raisons de penser que cette force est celle à laquelle est due l'endosmose. A ce sujet je ferai remarquer que l'endosmose fut aussi repoussée à sa naissance par des hommes éminents. Cette opposi-

tion a disparu et le phénomène est resté dans la science. J'espère qu'il en sera de même par rapport à la force nouvelle sur laquelle j'appelle l'attention des physiciens. »

M. Biot réplique à l'instant ce qui suit:

« M. Biot se borne à faire remarquer que cette nouvelle réplique de M. Dutrochet a été rédigée à l'avance par une sorte de prévision, et sans aucune connaissance personnelle de ce qu'il allait dire, ce qui fait qu'elle n'y a aucun rapport. Il demande qu'elle soit textuellement insérée au *Compte rendu,* telle que M. Dutrochet vient de la lire; et, sur cette assurance, il déclare qu'il n'y fera aucune réponse. Non qu'il adopte les principes scientifiques qui y sont exposés, ou qu'il admette les conséquences que M. Dutrochet en déduit; mais parce que cette exposition et ces déductions étant publiées dans les *Comptes rendus,* à la suite des communications antérieures de M. Dutrochet, conjointement avec les deux petites notes qu'il y a lui-même insérées, il estime que les physiciens auront sous les yeux tous les éléments nécessaires pour porter un jugement exact sur les opinions émises par M. Dutrochet comme sur les siennes; et, en conséquence, il croit inutile de pousser plus loin cette discussion. »

Réponse de M. Libri *aux observations de* M. Arago, *insérées dans le dernier* Compte rendu.

« M. Arago a présenté, dans la dernière séance, des observations sur un passage de ma réponse à M. Chasles. L'Académie connaît la marche de cette discussion. Dans la séance qui a suivi ma première discussion avec M. Chasles, M. Arago a présenté des remarques critiques relatives à l'anneau de Saturne. Huit jours après M. Chasles a répondu à mes premières observations, et enfin, lorsque la discussion paraissait terminée entre M. Chasles et moi, M. Arago est intervenu de nouveau. Comme mes savants adversaires avaient cru devoir se relayer et se donner le temps de préparer alternativement leurs répliques et leurs attaques, j'ai pensé, qu'à mon tour, je devais user de la même faculté et attendre une Note écrite de M. Arago. Voilà pourquoi je viens aujourd'hui répondre aux critiques et aux réclamations qui ont été présentées dernièrement.

» Les observations de M. Arago peuvent, si je ne me trompe, se résumer ainsi :

» A propos d'une citation que j'ai insérée dans un des derniers *Comptes rendus*, M. Arago m'a reproché d'abord d'avoir complété, dans le passage imprimé, une phrase qui avait été moins précise dans mon improvisation. Ensuite il a semblé m'accuser d'avoir manqué aux égards que l'on doit au *Bureau des Longitudes*, et principalement au doyen des astronomes de l'Observatoire. Puis il a voulu prouver que l'inadvertance que, dans l'intérêt de ma défense, j'avais dû signaler dans la *Connaissance des Tems*, n'était nullement comparable à la distraction, à l'*erreur* (c'est le mot qu'on a employé) que j'avais commise en retranchant la correction du calendrier au lieu de l'ajouter. Enfin, M. Arago a eu soin d'insister sur la différence qui existe entre une erreur qui échappe à un auteur placé dans des circonstances ordinaires et une erreur avancée dans une polémique. Je demande à l'Académie la permission d'examiner séparément ces diverses critiques.

» Quant au premier reproche, je dirai d'abord que, dans mes observations verbales, j'avais si parfaitement caractérisé l'ouvrage auquel je faisais allusion et où le jour de Pâques se trouvait un mardi, et le jour des Cendres un vendredi, que personne ne s'y est trompé. M. Arago pouvait d'autant moins s'y méprendre, qu'il était depuis long-temps membre du Bureau de Longitudes lorsque parut la *Connaissance des Tems* pour l'année 1821, et qu'il a prouvé dans la dernière séance n'avoir pas oublié les critiques qui furent alors publiées. D'ailleurs, comme je ne connais pas deux calendriers modernes où le jour de Pâques ait été placé un mardi, il était impossible à un astronome de ne pas reconnaître à l'instant la *Connaissance des Tems*.

» Au reste, je ne dis cela que pour répondre à l'observation de M. Arago; car, indépendamment de toute autre considération, j'étais parfaitement dans mon droit en complétant une citation que j'avais improvisée dans la discussion, sans me rappeler exactement ni le volume ni la page où le fait se trouvait consigné. Dans une communication verbale, j'avais pu être un peu moins précis; mais en imprimant j'ai dû mettre chacun dans le cas de s'assurer de la vérité de mon assertion. D'ailleurs les précédents de l'Académie sont tous pour moi: non-seulement on a le droit de développer, de compléter, de rédiger enfin ce que l'on a dit; mais on va souvent, même dans la polémique, jusqu'à modifier notablement des Notes écrites ou des Mémoires qui ont été lus devant l'Académie. Je me bornerai à citer, à ce sujet, ma dernière discussion avec M. Chasles. Dans la première séance de ce mois, M. Chasles lut à l'Académie une Note à laquelle je répondis

verbalement. La Note de M. Chasles me fut, suivant l'usage, adressée dès qu'on l'eut composée à l'imprimerie, afin que je pusse rédiger ma réponse; et cependant cet écrit, que M. Chasles avait pu préparer pendant quinze jours, fut modifié par lui à l'imprimerie. Il y ajouta des notes, il modifia des paragraphes : M. Chasles usa si largement de son droit, qu'il fit même des changements assez notables dans des phrases que je citais, et qui servaient de base à quelques points de ma réponse. Si, poussé par un pressentiment vague, je n'avais été moi-même vérifier mes citations à l'imprimerie au moment où l'on allait mettre sous presse, je me serais exposé au danger de citer, dans ma réponse, des expressions qui avaient disparu de la Note de M. Chasles. J'ai entre les mains les preuves de ce que j'avance, et je puis les présenter à l'Académie, si elle le desire. Cependant je n'ai aucunement songé à élever des réclamations sur un tel fait, que je ne mentionne ici que pour prouver à M. Arago combien, sur ce point, les droits des membres et des correspondants de l'Académie sont étendus. Ces droits sont égaux pour tous; et il est impossible d'admettre que ce qui est accordé aux uns, puisse être refusé ou reproché à d'autres. Du reste, M. Arago, qui, dans la Note écrite à laquelle celle-ci doit servir de réponse, a ajouté des développements considérables; qui a cru devoir parler de la *position pénible* où je me serais trouvé, à son avis, le jour de ma dernière discussion avec M. Chasles, position qui l'aurait empêché de m'attaquer ce jour-là, quoique dans sa communication verbale il n'eût pas dit un mot à ce sujet, ne saurait me reprocher un complément indispensable de citation. Pour n'avoir jamais à revenir sur ce point, je dois prier très humblement M. Arago de ne plus se montrer à l'avenir si réservé dans les discussions où je puis me trouver engagé à l'Académie, afin de ne pas se voir plus tard de nouveau dans l'obligation qui, certes, doit lui coûter beaucoup, de faire lui-même, dans le *Compte rendu,* l'apologie de sa propre générosité.

» Avant d'arriver au fond de la discussion, j'ai besoin de répondre à un petit paragraphe de la *Note* de M. Arago, où je suis accusé d'aller chercher des armes contre mes confrères dans les pamphlets publiés il y a vingt-deux ans par des astronomes étrangers. Je ne cesserai d'abord de répéter que, loin de chercher à attaquer, j'ai voulu seulement me défendre et montrer que mon erreur n'était pas absolument inexcusable, puisque des gens beaucoup plus habiles que moi n'avaient pas su éviter de semblables distractions. Mais quant à la source où j'aurais puisé ces renseignements, je dois déclarer que M. Arago est complétement dans l'erreur à cet égard.

La distraction relative au jour de Pâques et aux autres fêtes mobiles, ne m'était connue que parce que le *Bureau des Longitudes* l'avait signalée lui-même, au commencement de la *Connaissance des Tems* de 1822.

» Quant à la critique de M. de Zach, je ne la connaissais pas, et je ne l'avais jamais lue avant d'avoir signalé à l'Académie la distraction dont il s'agit. Depuis qu'on m'en a fait savoir l'existence, j'ai lu cette critique dans la *Correspondance astronomique*, et je me trouve fort heureux de ne pas en avoir eu connaissance plus tôt; car, peut-être, j'aurais pu répéter les erreurs qu'elle contient. Si M. Arago veut bien se donner la peine de relire l'article de M. de Zach, il verra qu'il était impossible que j'eusse puisé à cette source, puisque cet astronome accuse à tort le Bureau des Longitudes (et c'est là encore un fait à ajouter au chapitre des distractions) d'avoir placé le jour des Cendres un jeudi, tandis que réellement il tombe, comme je l'ai dit, un vendredi dans la *Connaissance des Tems* de 1821.

» Je ne chercherais pas à me disculper d'avoir pu manquer aux égards que l'on doit aux membres du Bureau des Longitudes, et principalement à leur vénérable doyen, si M. Arago n'avait insisté particulièrement sur ce point. Si le doyen de l'Observatoire, que du reste je n'avais nullement nommé et auquel je ne faisais aucune allusion, m'eût fait l'honneur de m'interpeller à ce sujet, je me serais empressé de lui témoigner toute l'estime que l'on doit à un savant dont les travaux sont si souvent cités dans la *Mécanique céleste* de Laplace; estime que j'ai toujours eue pour lui *et qui n'a jamais varié*. Mais cet habile astronome, qui était présent à la séance, n'a nullement pris part à la discussion, et c'est M. Arago qui, chose assez insolite, a réclamé pour un membre présent qui ne disait rien. Cette nouvelle intervention de M. Arago dans la discussion qui s'était élevée entre M. Chasles et moi, m'autorise, ce me semble, à traiter directement la question avec lui. L'Académie verra, je l'espère, avec plaisir le soin avec lequel je m'applique, dans cette réponse, à écarter de la discussion toute question de noms. Je n'ai cité personne dans ma Réponse à M. Chasles, et je ne nommerai personne ici. Ce sont des chiffres et des dates que nous devons discuter et non pas des noms propres.

» Et d'abord y a-t-il eu manque d'égards? quelqu'un a-t-il été offensé? Pour se convaincre qu'il n'y a pas eu d'offense, je n'ai qu'à lire le passage entier qui a donné lieu aux réclamations de M. Arago. Ce passage le voici :

» M. Chasles a signalé avec raison une distraction par laquelle, au lieu

» d'ajouter la correction à faire au calendrier, je l'ai retranchée. Je re-
» grette cependant que M. Chasles ait cru devoir démontrer que la cor-
» rection devait être ajoutée aux anciennes dates. S'il avait pris la peine
» de consulter mon *Histoire des Sciences mathématiques en Italie*, il au-
» rait vu qu'en traitant la même question des anciennes apparitions d'é-
» toiles filantes, je n'avais pas négligé d'ajouter la correction. Cette erreur
» de signe est une de ces distractions qu'il est malheureusement si difficile
» d'éviter et dont l'histoire des sciences offre tant d'exemples. Dans mes
» premières observations j'ai déjà signalé une distraction semblable dans le
» *Catalogue d'apparitions d'étoiles*, où M. Chasles a assigné la date du 23
» octobre à l'apparition de l'année 585, bien que dans l'auteur cité par
» M. Chasles, il n'y ait ni jour ni mois. Seulement je n'aurais pas voulu
» insister sur une inadvertance qui n'avait pas d'influence sur les résul-
» tats, et il est à regretter que M. Chasles n'ait pas cru devoir suivre en
» cela mon exemple. Les astronomes de l'Académie savent combien il est
» difficile de se garantir des distractions de cette nature, et ils n'ont pas
» oublié que dans la *Connaissance des Tems pour l'année* 1821, *publiée*
» *par le Bureau des Longitudes* (Paris, 1819, in-8°), on trouve, à la page 5,
» le jour des Cendres un vendredi et le jour de Pâques un mardi. Il y a
» donc lieu d'espérer qu'ils se montreront en cette occasion moins sévères
» que ne l'a été M. Chasles, qui du reste paraît avoir été sujet à la même
» distraction, puisqu'il ne l'a pas signalée dans sa première réponse, et
» qu'il a attendu quinze jours avant de s'en apercevoir. »

» Voilà ce paragraphe qui paraît à M. Arago si blessant pour le Bureau des Longitudes, si offensant pour le savant doyen de nos astronomes. Tout cela se réduit à une distraction que je signale sans nommer l'auteur, que je ne connaissais pas. Comme le fait est constant et qu'il a été reconnu par M. Arago, je ne conçois pas en quoi j'ai pu blesser les membres du Bureau en citant ce fait comme une simple distraction. Si la réclamation de M. Arago était fondée, les membres du Bureau des Longitudes se seraient bien autrement blessés et offensés eux-mêmes par la Note suivante qu'ils publièrent à la suite d'un long *errata* placé dans la *Connaissance des Tems pour l'année* 1822, et relatif au volume de l'année précédente, où, comme on va le voir, il y avait autre chose que des distractions sur les jours de Pâques et des Cendres :

« M. Thomas Young (dit la *Connaissance des Temps* de 1822, à l'en-
» droit cité), qui a été chargé récemment par le Bureau des Longitudes
» d'Angleterre de la publication du *Nautical Almanac*, a eu la bonté de

» nous fournir les éléments de cet *errata*. Les fautes de calcul ou d'im-
» pression qu'on y remarque ont été découvertes en comparant, nombre à
» nombre, le volume de la *Connaissance des Tems* de 1821 avec les épreuves
» des éphémérides anglaises. Les astronomes et les navigateurs verront
» que la plupart de ces fautes étaient sans importance, ou faciles à recon-
» naître; telles sont, par exemple, celles qui s'étaient glissées dans quel-
» ques longitudes héliocentriques et déclinaisons des planètes; dans l'indi-
» cation des instants où doivent arriver le premier ou second quartier de
» la Lune; dans l'époque de l'entrée du Soleil dans divers signes; dans le
» logarithme de la distance du Soleil à la Terre, etc., etc. Quelque con-
» sidérable, du reste, que cet *errata* puisse paraître, on n'aurait le droit
» d'en conclure que le volume de la *Connaissance des Tems* de 1821 est
» inférieur en exactitude à d'autres éphémérides ou aux anciens volumes
» de même ouvrage, qu'en soumettant ces derniers à un examen également
» minutieux. Quoi qu'il en soit, les recherches que l'*errata* actuel a néces-
» sitées ont fait découvrir les causes les plus ordinaires des fautes qui échap-
» pent aux calculateurs et suggéré des moyens de vérification que le Bureau
» des Longitudes a adoptés, et à l'aide desquels la *Connaissance des Tems*
» acquerra désormais plus de précision. »

» Maintenant, je me permettrai de demander à M. Arago ce qu'il aurait dit, si, au lieu de me borner à signaler pour ma défense personnelle, ce que j'ai toujours appelé une distraction relative aux fêtes mobiles du Calendrier, j'avais publié, au sujet de la *Connaissance des Tems* de 1821, une note analogue à celle que je viens de citer; si j'avais avancé, par exemple, que ce volume contient de nombreuses fautes de calcul ou d'impression; que les longitudes et les inclinaisons des planètes y sont parfois inexactes; que les quartiers de la Lune et l'entrée du Soleil dans les divers signes ne sont pas toujours marqués justement; que quatre logarithmes de la distance du Soleil ont une valeur fautive; et si, après avoir ajouté les etc., etc. qui se trouvent dans la note déjà citée, j'avais terminé par annoncer que les recherches qu'on avait dû effectuer à propos de ces inexactitudes avaient fait découvrir les causes des fautes qui échappaient aux calculateurs, et fait adopter des moyens de rectification, à l'aide desquels la *Connaissance des Tems* devait acquérir désormais plus de précision; je le répète, si j'avais avancé cela, qu'aurait dit M. Arago? Il aurait probablement répondu que j'attaquais de la manière la plus grave le Bureau des Longitudes et le doyen des astronomes; et cependant il n'y a guère d'apparence que le *Bureau des Longitudes* ait voulu s'insulter lui-même en faisant paraître cette note dans

la *Connaissance des Tems*. Je dirai de plus qu'à mes yeux ce corps illustre s'est honoré en avouant qu'il avait pu se tromper, et qu'il allait prendre des mesures pour donner désormais plus de précision à ses travaux.

» Voilà pour le Bureau des Longitudes : quant au doyen des astronomes de l'Observatoire, dont on a pris si hautement la défense, il me semble qu'à moins de vouloir faire de tout ceci une question personnelle, on aurait pu s'abstenir de le nommer, puisque je ne l'avais pas cité. D'ailleurs M. Arago, qui a insisté particulièrement sur ce point, n'a oublié qu'une chose : il a oublié de dire qu'il était tout simplement impossible que je voulusse faire la moindre allusion au savant astronome qu'il a nommé, puisque je ne pouvais nullement savoir qu'il eût eu la moindre part aux distractions que j'avais signalées. En effet, bien que dans la *Connaissance des Temps* de 1821 on fasse connaître les noms des savants qui ont contribué, dans des proportions différentes, à la rédaction de ce volume, cependant personne n'est nommé pour les recherches relatives au Calendrier, dans lequel j'ai signalé ces inadvertances. Je ne pouvais donc deviner que le doyen des astronomes en fût l'auteur; et il me semble que, puisque le titre portait que l'ouvrage était publié par le *Bureau des Longitudes*, on aurait mieux fait de ne pas lever le voile pour faire une question personnelle d'une observation qui n'avait d'autre but que mon excuse et ma défense.

» Et d'ailleurs, pouvais-je avoir l'intention de blesser quelqu'un? Non, certes; car dans quelle vue ai-je cité la *Connaissance des Tems?* Je l'ai fait uniquement pour diminuer l'impression qu'avait pu produire sur certains esprits une distraction dont il me semblait qu'on s'était appliqué à exagérer l'importance. En citant donc la *Connaissance des Tems* de 1821, je n'avais pu avoir d'autre but que de prouver que ces fautes, que ces distractions si fréquentes n'avaient pas de gravité. Si, chose impossible, j'avais eu l'idée d'attaquer le *Bureau des Longitudes*, aurais-je choisi une occasion dans laquelle je ne pouvais insister sur la distraction que je citais, que sous peine de faire ressortir davantage la mienne? Ce ne pouvait pas être là ma pensée. Dans ma communication verbale, j'avais cité aussi Newton à propos de ces inadvertances. Si, dans la Note imprimée, j'ai omis le nom de cet immortel géomètre, c'est parce que, forcé de me défendre contre des critiques auxquelles ne s'intéressaient pas seulement des astronomes ou des géomètres, j'ai dû me borner à un exemple fait pour frapper tous les esprits. Or, comme personne n'ignore que Pâques doit tomber toujours un dimanche et jamais un mardi, et que tout le monde n'aurait

pas également compris en quoi consistait l'erreur reprochée à Newton par Bernoulli, l'exemple que m'avait fourni la *Connaissance des Tems* me semblait le plus apte à prouver que ces distractions si fréquentes n'avaient pas l'importance que, dans la circonstance actuelle, on avait voulu leur attribuer. C'est uniquement dans cette vue que je l'ai choisi, et je persiste à croire que, sans être hostile à personne, ma citation était utile à ma défense, et qu'à ce double titre je devais et pouvais l'employer.

» L'Académie n'a pas oublié que mon savant adversaire ne s'est pas borné à ces critiques. Après avoir présenté les observations auxquelles je viens de répondre, M. Arago est allé plus loin: il a voulu prouver que la distraction que j'avais signalée dans la *Connaissance des Tems* n'était nullement comparable à celle que j'avais commise, en voulant appliquer la réforme du calendrier au *Catalogue* de M. Chasles. Il va sans dire que la mienne a paru fort grave à M. Arago, tandis que, suivant lui, rien n'était plus simple et plus naturel que de placer le jour de Pâques un mardi. Je suis vraiment désolé de suivre M. Arago sur ce terrain; mais, obligé de me défendre contre une attaque fort vive, je ne puis reculer: j'écarterai soigneusement toute personnalité, toute discussion de noms propres, et je m'en tiendrai rigoureusement aux faits; cependant si, en discutant les assertions de M. Arago, il m'arrivait involontairement et bien malgré moi, de blesser quelqu'un, l'Académie saurait à qui elle devrait attribuer les suites inévitables d'une discussion délicate que je n'ai point cherchée et sur laquelle on me force de revenir.

» Je n'ai plus rien à dire sur la méprise qu'on m'a reprochée. Je l'ai reconnue et je ne répéterai même pas qu'ayant, dans des circonstances analogues, déjà effectué sans me tromper, la correction du calendrier, qu'ayant même tracé l'histoire de cette correction, je ne pouvais me tromper de signe que par suite d'une préoccupation inexplicable. Le fait existe, je le reconnais, et je n'ai rien à ajouter sur ce point. Maintenant, pour parler de la *Connaissance des Tems*, l'Académie se rappelle qu'après avoir déclaré qu'au Bureau des Longitudes on prenait dans l'*Art de vérifier les Dates* le jour de Pâques, M. Arago a paru s'appliquer spécialement à retracer la marche du doigt de la personne chargée de chercher le jour de Pâques dans les tables de cet ouvrage. Je m'appliquerai à être exact et vrai. La Note insérée dans la *Connaissance des Tems* de 1822 changerait un peu la question, si je voulais discuter quelques-unes des nombreuses fautes de différente nature que renferme le volume de l'année précédente, et que le Bureau des Longitudes a reconnues. Il ne me serait pas difficile, en

effet, de prouver que plusieurs de ces fautes sont bien autrement graves qu'un changement de signe dans la correction du calendrier qui n'était pas moins *facile à reconnaître* qu'une faute dans le logarithme, de la distance du Soleil à la Terre. Mais je veux, pour le moment, renoncer à cet avantage et ne pas sortir des limites du calendrier et de la *page* 5 que je m'étais d'abord imposées.

» Je dois avouer que je croyais, comme tout le monde, que l'on déterminait directement à l'Observatoire, les éléments principaux du calendrier, au lieu de les prendre dans l'*Art de vérifier les Dates*, ouvrage très savant sans doute, mais où il y a comme partout des fautes d'impression, des erreurs de dates, dont plusieurs même n'ont jamais été corrigées. Je devais penser, et rien jusqu'à présent n'avait pu me tirer de cette erreur, que puisqu'il existe, par exemple, la formule de M. Gauss, d'un usage très commode pour calculer le jour de Pâques, et qui n'exige qu'un petit nombre de divisions, on l'employait à l'Observatoire, ne fût-ce que comme moyen de vérification, de préférence à une table où il peut s'être glissé des fautes d'impression ou de calcul. La page 5 de la *Connaissance des Tems* de 1821 (je demande bien pardon à M. Arago de citer encore cette page) commence par cet intitulé : ARTICLES PRINCIPAUX DE L'ANNUAIRE POUR L'AN 1821. On y trouve d'abord les années de différentes périodes, suivies d'une petite note où l'on cite l'*Art de vérifier les Dates*, uniquement à propos de l'*année des Turcs*. Je reviendrai tout-à-l'heure sur cette note : pour le moment je me bornerai à faire remarquer qu'après ce premier paragraphe, il y a une double barre qui le sépare du *comput ecclésiastique*, des *fêtes mobiles*, de l'*obliquité apparente de l'écliptique* et des autres *articles principaux de l'Annuaire;* car, je le répète, c'est ainsi qu'ils sont nommés par le Bureau des Longitudes. Tout le monde comprendra que puisqu'on a cru à propos de citer l'*Art de vérifier les Dates* au sujet de l'année des Turcs, et qu'on a séparé cet article de tous les autres par une double barre, il m'était impossible de supposer que l'*Art de vérifier les Dates* eût quelque chose à faire ici. Mais enfin, puisque M. Arago nous a fait connaître l'ouvrage qu'on a l'habitude de suivre à l'Observatoire pour le calendrier, et qu'il n'est jamais défendu de se servir des tables pourvu qu'on le fasse avec tout le soin convenable, je partirai de cette base et j'examinerai à mon tour la manière dont on a dû procéder pour déterminer les fêtes mobiles.

» M. Arago, qui a voulu expliquer l'erreur sur le jour de Pâques par la déviation d'un doigt, me semble avoir complétement oublié ce jour des

Cendres qui tombe *un vendredi* dans la *Connaissance des Tems* de 1821, et dont j'avais pourtant parlé. Pourquoi l'a-t-il négligé? N'a-t-il pas senti que, ne voulant employer que ce qui était absolument nécessaire à ma défense, je m'étais borné à citer deux jours seulement comme échantillon et pour avertir que *toutes* les fêtes mobiles de l'année 1821 étaient mal placées dans la *Connaissance des Tems?* Ce *mardi* et ce *vendredi* étaient là pour indiquer qu'il y avait beaucoup d'autres inadvertances de la même nature. J'en ai pour preuve une note qui figure à la page 4 de la *Connaissance des Tems pour l'année* 1822, et où le Bureau des Longitudes s'exprime ainsi :

« Dans quelques-uns des exemplaires de la *Connaissance des Tems* » de 1821, les articles relatifs au Comput Ecclésiastique, aux Quatre-Temps » et aux Fêtes mobiles sont inexacts; c'est ce qui nous engage à les reproduire ici avec les rectifications convenables. »

» Après cette note suivent les corrections qui portent sur quatorze articles qui donnent *vingt-trois jours faux*, et la lettre dominicale à corriger dans le calendrier de 1821.

» L'Académie comprendra facilement que la question change ici de nature, et qu'il ne s'agit plus seulement d'un doigt qui a dévié en suivant une colonne. Elle comprendra aussi pourquoi M. Arago n'a parlé que du jour de Pâques et a négligé ce jour des Cendres, qui pourtant avait aussi sa petite importance. Pour rétablir les faits, je dois rappeler ici, en peu de mots, comment se déterminent les fêtes mobiles lorsqu'on se sert de la table chronologique de l'*Art de vérifier les Dates* et du calendrier perpétuel inséré dans le même ouvrage.

» Les deux clés des fêtes mobiles sont la date du jour de Pâques et ce qu'on appelle la lettre dominicale, qui se trouvent également dans la table chronologique de l'*Art de vérifier les Dates*. Quand on connaît l'une et l'autre, on cherche les fêtes mobiles dans les diverses tables du calendrier perpétuel, d'après des règles que tous les astronomes connaissent. Dans la *Connaissance des Tems* de 1821, on s'est malheureusement trompé non-seulement sur le jour de Pâques, mais aussi sur la lettre dominicale. Le doigt du calculateur n'a pas seulement dévié une première fois légèrement vers la gauche pour lire 17 avril au lieu de 22, véritable date du jour de Pâques, mais pour chercher la lettre dominicale du nouveau calendrier, il a suivi une ligne dont l'Académie reconnaîtra toute l'obliquité quand je dirai qu'il a fallu que ce doigt traversât six colonnes verticales intermédiaires composées de lettres ou de chiffres, pour aller

s'égarer dans la colonne où sont placées les lettres dominicales de *l'ancien* et non pas du *nouveau calendrier*. C'est pour cela que l'on a donné la lettre B au lieu de la lettre G, qui était la véritable lettre dominicale de l'année 1821. Ces deux déviations du doigt, l'une légère et l'autre tout-à-fait inconcevable, devaient jeter le trouble dans tout le calendrier, et c'est ce qui est arrivé. Toutes les fêtes mobiles et les Quatre-Temps ont été dérangés. On a seulement quelque motif de s'étonner que l'on ait marché toujours en avant sans songer à faire usage d'aucun de ces moyens de vérification que les auteurs de l'*Art de vérifier les Dates* n'ont pas manqué d'indiquer à plusieurs reprises dans leur ouvrage. Le plus simple de ces moyens consistait à s'assurer d'abord que le jour de Pâques tombait réellement un dimanche et non pas un mardi.

» Nous voilà donc arrivés à reconnaître que dans la *Connaissance des Tems* on s'était trompé non pas une fois, mais deux; que l'on s'était trompé sans jamais faire aucune vérification; que si le doigt avait été employé il avait dû dévier non pas une fois mais deux, et d'une quantité extrêmement considérable, et qu'ayant ainsi déterminé d'une manière inexacte les deux bases du calendrier pour l'année 1821, on avait donné inexactement non pas seulement le jour de Pâques, mais quatorze de ces éléments que le Bureau des Longitudes appelle *articles principaux de l'Annuaire*. Voilà assurément une distraction persévérante et que j'oserais presque comparer à la mienne. Mais, enfin, a-t-on du moins employé convenablement ces deux bases erronées pour en déduire suivant les règles usitées, les fêtes mobiles? Malheureusement non. Si M. Arago veut bien se donner la peine de chercher dans le calendrier perpétuel la Septuagésime, en supposant, comme on l'a fait par erreur en 1821, Pâques le 17 avril, et en prenant pour un moment B au lieu de G pour lettre dominicale, il verra que le dimanche de la Septuagésime devait, d'après ses bases, arriver le 13 février. Dans la *Connaissance des Tems* on a placé ce dimanche le 7, qui, en 1821, était un mercredi; la véritable date serait le 18. Je ne me chargerai pas d'expliquer cette erreur, qui ne peut se comprendre ni en prenant les véritables bases du calendrier de 1821, ni en partant des bases inexactes qui ont été employées au *Bureau des Longitudes*. Il n'y a pas de déviation de doigt qui puisse expliquer cette date. Il faudrait supposer pour cela qu'après s'être trompée de nouveau et avoir abandonné la première fausse date du jour de Pâques, sans reprendre la véritable, la personne chargée de faire cette recherche eût pris l'année 1821 pour une année bissextile. Je n'ose pas faire une telle supposition; mais je prie les personnes qui vou-

draient vérifier ce fait, de consulter le tableau du mois de février, appartenant au calendrier B, de la page 39 du premier volume de la troisième édition, in-folio, de l'*Art de vérifier les Dates*. Je suis absolument forcé de citer ici la page, le volume et l'édition.

» Il me reste encore un mot à ajouter sur cette *année des Turcs* dont je viens de parler et sur laquelle j'ai dit que je reviendrais. Dans cette même page 5 de la *Connaissance des Tems* de 1821, se trouve le passage suivant :

« L'année 1235 des Turcs commence le 28 septembre 1820 et finit le
» 16 septembre 1821, selon l'usage de Constantinople, d'après l'*Art de vé-*
» *rifier les Dates.* »

» Ici je vois tout de suite quel est l'ouvrage que je dois consulter pour m'assurer si effectivement l'année 1235 de l'hégire, car c'est une telle année que le Bureau des Longitudes appelle *année des Turcs*, commence et finit aux époques indiquées dans la *Connaissance des Tems*. Or voici ce que je trouve à la page 37 de la Table chronologique de l'*Art de vérifier les Dates*. J'y vois d'abord que l'année 1821 ne correspond pas à l'année 1235, mais aux années 1236 et 1237 de l'hégire; que l'année 1236, et non pas 1235, commence le 9 octobre et non pas le 28 septembre 1820, et se termine le 27 septembre 1821 et non pas le 16 septembre de la même année, comme le dit la *Connaissance des Tems*. Je prie également les personnes qui voudraient s'assurer de la nécessité de cette rectification, de consulter l'*Art de vérifier les Dates*, à l'endroit cité. Elles y verront que dans la *Connaissance des Tems* on s'est d'abord trompé d'une année; qu'ensuite on a confondu l'ancien calendrier avec le moderne, et qu'enfin, après avoir adopté par erreur l'ancien calendrier, on a ajouté un jour au commencement et à la fin de l'année de ce calendrier, comme si, au lieu d'indiquer le commencement de l'année 1236 de l'hégire, le 27 septembre eût marqué la fin de l'année précédente. Il y a là une confusion inextricable que j'ai cru d'autant plus devoir signaler, que je ne l'ai trouvée indiquée nulle part. Aucun des cinq *errata* insérés dans les années 1821 et 1822 de la *Connaissance des Tems*, et relatifs à l'année 1821 n'en fait mention. Cette remarque m'a semblé d'autant plus nécessaire, que, quoique, dans le volume de 1822, on ait marqué exactement le commencement de l'année 1237 de l'hégire en le plaçant au 28 septembre 1821, on s'est cependant trompé d'un jour à la fin; car cette année de l'hégire termine le 17 septembre 1822 et non pas le 18 du même mois, comme on l'a dit par inadvertance dans la *Connaissance des Tems*. Cela prouve qu'au moins sur ce point les moyens de vérification

que le Bureau des Longitudes déclarait avoir adoptés, n'avaient pas encore donné toute la précision desirable aux éléments qu'à l'Observatoire on appelle *Articles principaux de l'Annuaire.*

» Après avoir fait à regret, et seulement parce que j'y ai été forcé, cette longue énumération d'inexactitudes accumulées sur une seule page (la page 5) de la *Connaissance des Tems* de 1821, essaierai-je de suivre encore une fois M. Arago dans la discussion où il a voulu prouver que ma distraction, que mon erreur (qu'on l'appelle comme on le voudra) avait une gravité toute particulière, à cause de la polémique à l'occasion de laquelle je suis tombé dans cette erreur? Faut-il admettre, comme l'a avancé mon illustre critique, que *rien ne commandait* à un membre du Bureau des Longitudes *le surcroît de précautions qui devient un véritable devoir pour celui qui s'érige en censeur sévère d'autrui?* Dois-je tâcher de montrer la différence qu'il y a entre une Note jetée dans le *Compte rendu* et un ouvrage officiel tel que la *Connaissance des Tems?* Ferai-je le tableau des suites funestes que peut avoir une faute de calcul ou d'impression dans un ouvrage que j'ai vu consulter par des marins au moment où ils ne savaient plus où ils étaient, et où la moindre erreur aurait pu faire périr cent personnes? Puis-je admettre qu'il ne faille pas aussi un *surcroît de précautions* pour ce cas? ou bien tâcherai-je de me disculper en montrant, par des exemples qui ne sont pas loin de nous, combien il est facile, même aux savants les plus illustres, de se tromper lorsqu'ils critiquent?—Non, je m'arrêterai ici, et j'accepterai la leçon, quel que soit l'esprit qui l'a dictée. Je prendrai donc l'engagement formel, devant l'Académie, d'apporter toujours plus de soins dans tous mes travaux; mais quant à l'engagement de ne jamais me tromper, je ne saurais le prendre, et personne ne pourrait le tenir, car l'erreur est inséparable de la nature humaine. Je demande seulement qu'on ne soit pas trop sévère envers moi, comme si j'étais seul sujet à me tromper, et je me bornerai à une citation de l'*Art de vérifier les Dates,* excellent ouvrage, qui a joué un grand rôle dans cette discussion, et où l'on trouve ces belles paroles d'un des plus illustres savants qui aient jamais existé. « Il n'y a point d'écrivain, quelque » habile qu'il soit, qui ne soit sujet à se méprendre, et même à se tromper » lourdement. »

» Je craindrais que les détails dans lesquels j'ai dû entrer dans cette réponse n'empêchassent l'Académie de saisir l'ensemble de mes arguments, si je ne donnais ici, en peu de mots, la substance de cette note, dans laquelle j'ai voulu prouver :

» 1°. Que j'ai eu le droit de compléter ma citation verbale, puisque j'avais pour moi les précédents de l'Académie, et que, dans cette même discussion, M. Chasles et M. Arago ont usé largemeut de la même faculté;

» 2°. Que je n'avais nullement emprunté à un astronome étranger l'observation relative aux fêtes mobiles de la *Connaissance des Tems* de 1821, puisque l'astronome étranger s'était trompé dans sa critique et que, pour connaître le fait dont il s'agit, je n'avais qu'à ouvrir la *Connaissance des Tems* de l'année suivante;

» 3°. Que je ne pouvais, en aucune manière, vouloir offenser ni le Bureau des Longitudes, ni le savant doyen des astronomes de l'Observatoire; d'abord, parce qu'en citant la distraction relative au *mardi* de Pâques et au *vendredi* des Cendres, je n'avais d'autre but que de diminuer l'importance qu'on semblait attacher aux inadvertances de cette nature; ensuite parce que l'auteur de la méprise que j'avais dû signaler m'était tout-à-fait inconnu; et que, d'ailleurs, le Bureau des Longitudes avait pu, sans vouloir certainement s'offenser lui-même, avouer, dans une note imprimée, des fautes bien autrement graves que celles que j'avais cru devoir signaler pour me défendre.

» 4°. Que la méprise que j'avais signalée est plus sérieuse que M. Arago n'a semblé le croire, et que l'explication tirée de la déviation du doigt ne suffit pas; car, sans parler des autres fautes que le Bureau des Longitudes a reconnues dans la Note publiée en 1822, et en n'examinant que le calendrier, on s'est trompé sur toutes les fêtes mobiles et sur la lettre dominicale, de manière à ce qu'il soit impossible d'expliquer, même par les plus singulières déviations du doigt, les *vingt-quatre erreurs* qui ont été accumulées dans la page 5 que j'ai citée de la *Connaissance des Tems* de 1821. A ces vingt-quatre erreurs, il en faut ajouter plusieurs autres, sur l'ère de l'hégire, qui se trouvent à la même page. Ces dernières inexactitudes n'ont jamais été signalées ni corrigées, et l'on en a reproduit quelques-unes dans les volumes suivants.

» 5°. Enfin, et ceci à l'occasion pourrait devenir le point le plus grave de la discussion: tout en reconnaissant qu'il faut s'appliquer avec un soin particulier à éviter même les erreurs accessoires, lorsqu'on critique les écrits d'un confrère, il m'est impossible d'admettre, comme l'a fait M. Arago, que des savants, investis des plus hautes fonctions scientifiques, et chargés par l'État de diriger des travaux destinés principalement à protéger la fortune et la vie de tant de milliers de citoyens français qui parcourent toutes les mers, ne doivent pas s'astreindre à la plus scrupuleuse exactitude, et que, suivant les expressions de M. Arago, *rien ne* leur *commande le sur-*

croît de précaution qui devient un véritable devoir pour celui qui s'érige en censeur sévère d'autrui.

» Il me semble qu'ici l'excès de zèle a entraîné trop loin M. Arago, et que des apologies de cette nature seraient bien plus capables de nuire à la considération d'un grand corps que j'honore et que je révère, que toutes les critiques dont il pourrait devenir l'objet. »

Après la lecture de M. *Libri*, M. **Arago** demande la parole. Voici la substance de sa réponse :

« Je ne puis pas, je ne dois pas accepter la position que M. Libri veut me donner dans cette discussion. J'ai eu tort de laisser insérer dans le dernier numéro du *Compte rendu* une assertion qui n'avait pas été articulée devant l'Académie. Puisqu'on vient de la reproduire, je la rectifierai.

» Jamais, quoi qu'en dise M. Libri, je n'ai demandé à préparer des observations au sujet de ses communications. Dans cette circonstance, j'aurais d'autant moins pu le faire, que je me suis abstenu de prendre part au débat. Je n'étais pas à l'Académie quand il commença. Dans la séance suivante, j'annonçai à M. Chasles que la conjecture à laquelle il était arrivé sur la composition de l'anneau de Saturne n'était pas neuve; j'avertis M. Libri qu'elle se trouvait en toutes lettres dans les Mémoires d'un de ses compatriotes, J.-D. Cassini, espérant qu'il la traiterait alors avec moins de rigueur; je voulus, enfin, mettre les astronomes de l'Académie à l'abri du juste reproche qu'on n'aurait pas manqué de leur adresser, s'ils avaient laissé discuter devant eux à titre de conception nouvelle, une hypothèse qui a plus de cent cinquante ans de date. Voilà la seule observation que j'aie faite; voilà ce que M. Libri vient d'appeler mes critiques préparées. Si critiques il y a, on sera du moins obligé de convenir que je n'ai nullement tenu à leur donner de la publicité, puisqu'elles n'ont pas même été mentionnées de mon fait dans les *Comptes rendus*. Si j'avais voulu critiquer, me serais-je donc borné à une pure observation historique? Sur ce point spécial de la composition de l'anneau de Saturne, m'eût-il donc été difficile de faire remarquer que la phrase de M. Libri, ou n'avait pas de sens, ou impliquait qu'un corps lumineux ne peut jamais porter d'ombre?

» M. Libri, en parlant des observations *préparées*, a-t-il voulu insinuer que j'excitais secrètement M. Chasles à continuer la discussion? Ce serait encore une erreur complète. A mon sens les critiques de M. Libri n'avaient fait absolument aucun tort à l'intéressant travail du correspondant de l'Académie. Aussi, je n'ai pas hésité à prier M. Chasles de retirer une Note qu'il voulait présenter lundi dernier, et dans laquelle il signalait une nou-

velle erreur de M. Libri; erreur, suivant M. Chasles, plus étrange que l'incroyable méprise relative à la correction du calendrier.

» M. Libri vient d'ajouter une longue liste d'erreurs nouvelles, à l'erreur que M. Bouvard avait commise en copiant inexactement la date de Pâques de 1821 dans le grand ouvrage des Bénédictins. En vérité, il aurait bien dû s'abstenir de cette énumération. Qui ignore que les fêtes mobiles se déduisent communément du jour de Pâques; que le jour de Pâques une fois en erreur, tout le reste doit être également fautif? Déjà, d'ailleurs, ces erreurs de calendrier avaient été signalées outre mesure, dans un pamphlet de M. de Zach.

» M. Libri ne cesse de répéter que la *Connaissance des Tems* de 1821 place Pâques *un mardi*. Voici la vérité : la fête est indiquée dans cet ouvrage, pour le 17 *avril*; mais en regard de cette date erronée, il n'y a aucune indication de jour de la semaine.

» Je ne devine pas comment M. Libri a pu se décider à donner la qualification de *principaux*, aux divers articles dans lesquels il signale des erreurs. Ceux dont il a parlé, forment les *articles principaux de l'Annuaire, du Calendrier*, et non les articles principaux des éphémérides astronomiques et nautiques publiées par le Bureau des Longitudes. A qui M. Libri a-t-il espéré faire croire qu'un navire sombrera, qu'il ira se jeter sur des écueils si son équipage a mal fêté les Rogations, la Pentecôte ou la Trinité?

» Quelles ont été les vues de M. Libri en transcrivant dans sa Note, en lisant devant l'Académie des errata de la *Connaissance des Tems* que le Bureau des Longitudes a lui-même publiés? Ces errata venaient de Londres! Oui, mais je dois avertir M. Libri qu'ils étaient le résultat des communications amicales qui s'étaient établies entre M. Thomas Young et moi. Les feuilles *déjà tirées* de la *Connaissance des Tems*, comparées, nombre à nombre, aux feuilles en épreuve du *Nautical Almanac*, faisaient découvrir dans les deux éphémérides des fautes que le *Nautical Almanac* corrigeait. Celles de la *Connaissance des Tems* figuraient nécessairement dans des errata. Au surplus, ces erreurs, la plupart insignifiantes, tenaient à l'exiguité des ressources dont le Bureau des Longitudes pouvait disposer pour la vérification des calculs. Les ressources sont maintenant suffisantes et la *Connaissance des Tems* a pris son rang parmi les éphémérides les plus dignes de la confiance des astronomes et des marins.

» M. Libri s'est étonné que j'aie pris la défense d'un académicien, d'un de nos confrères présent à la séance. Je vais lui donner sur ce point des explications catégoriques et qui, j'espère, le satisferont :

» M. Bouvard, avec sa loyauté ordinaire, n'a pas voulu que le Bureau

des Longitudes en corps, restât sous le coup des imputations contenues dans l'article du *Compte rendu ;* il a trouvé bon d'informer l'Académie, d'informer le public que les erreurs du calendrier de la *Connaissance des Tems* de 1821 étaient de son fait; que le Bureau n'a jamais cherché à s'assurer si le jour de Pâques avait été bien ou mal indiqué. M. Bouvard, dont la voix est très affaiblie par de longues souffrances, a voulu que je portasse la parole en son nom. Sans hésiter, j'ai déféré à son desir : Dans ma jeunesse, M. Bouvard me reçut, m'accueillit à l'Observatoire avec beaucoup de bienveillance ; or, j'ai mis, moi, la reconnaissance au nombre de mes devoirs. »

Note de M. **Libri.**

« J'apprends à l'imprimerie que M. Arago a donné l'ordre formel que sa réplique ne me fût pas communiquée, ce qui est absolument contraire à tous les précédents et incompatible avec l'*égalité académique* et la *liberté de la discussion.* A la séance, j'avais fait une réplique : si je ne la place pas ici, c'est que je craindrais qu'elle ne répondît pas à la rédaction de M. Arago. J'attendrai donc d'avoir pris connaissance en même temps que le public de la Note de M. Arago pour y répondre, s'il y a lieu. Déjà, la semaine dernière, j'ai été forcé de rédiger et de faire imprimer ma réponse sans avoir vu la première Note de M. Arago. Aujourd'hui je ne me sens pas disposé à faire les mêmes concessions. »

ENTOMOLOGIE. — *Études anatomiques et physiologiques sur une mouche, dans le but d'éclairer l'histoire des métamorphoses de la prétendue circulation des insectes; par* M. **Léon Dufour**.

(Commissaires, MM. Audouin, Milne Edwards.)

La mouche qui a servi aux dissections de l'auteur est l'espèce nommée *Sarcophaga hæmorrhoïdalis* par les entomologistes modernes. C'est par centaines qu'il a disséqué ces insectes, à différentes époques de développement, c'est-à-dire sous les trois formes de *larve,* de *chrysalide* et d'*insecte parfait.*

M. Léon Dufour étudie, dans des chapitres séparés, d'abord les conformations extérieures, puis l'organisation intérieure ou les principaux appareils de la vie, d'abord dans la *larve,* puis dans la *nymphe,* et enfin dans l'*insecte ailé.*

Voici les conclusions auxquelles l'ont conduit ses recherches sur le *vaisseau dorsal* de l'insecte dont il s'agit.

« 1°. Ce vaisseau se fixe, d'une part, au bourrelet du ventricule chy-

lifique, et de l'autre à l'extrémité postérieure du tégument dorsal, sans aucune issue à ses deux bouts.

» 2°. Entre ces deux insertions, le *vaisseau dorsal* est simple, sans cavité, par conséquent sans aucun liquide contenu.

» 3°. Enfin, il n'a jamais offert à mes investigations microscopiques, dit M. Léon Dufour, le moindre mouvement appréciable, ni général, ni fibrillaire ou moléculaire, soit dans la *mouche* et la *larve*, qui jouissent d'une contractilité énergique; soit, à plus forte raison, dans la *nymphe*, dont tout l'organisme semble frappé d'insensibilité. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Nouvelles recherches sur les mouvements du camphre et de quelques autres corps placés à la surface de l'eau et du mercure; par* MM. **Joly** *et* **Boisgiraud** *aîné.*

(Commissaires, MM. Gay-Lussac, Pouillet, Regnault.)

Ce Mémoire se compose de cinq parties dont la première est relative à certaines précautions très minutieuses auxquelles, suivant les auteurs, il est absolument nécessaire de s'astreindre si l'on veut que les expériences puissent donner des résultats constants. Ces précautions, dont Bénédict Prévost avait déjà fait pressentir la nécessité, tiennent à ce que la surface des vases et des différents corps qu'on emploie pour les expériences en question, est généralement recouverte d'un léger enduit graisseux, dont des lavages répétés à l'eau froide ou chaude ne suffisent pas pour les dégager.

La seconde et la troisième partie du Mémoire sont consacrées à l'exposition des faits observés, en plaçant le camphre sur l'eau ou le mercure, et ces faits sont forts différents, suivant que, dans les expériences, on observe ou l'on néglige les précautions dont il vient d'être parlé.

Dans la quatrième partie, les auteurs recherchent la cause des phénomènes observés.

Dans la cinquième enfin, ils font connaître quelques résultats obtenus avec des substances différentes du camphre.

Ils résument eux-mêmes, dans les propositions suivantes, les conclusions auxquelles ces recherches les ont conduits.

« 1°. Le camphre se meut à la surface de l'eau et du mercure, quelles que soient la nature, la forme, la profondeur des vases, et la manière dont le liquide y est versé;

» 2°. Le frottement, les corps plongés, vitreux ou métalliques, n'exercent par eux-mêmes aucune influence sur le phénomène dont il s'agit;

» 3°. L'élévation de la température et toutes les causes qui favorisent l'évaporation, accélèrent les mouvements du camphre;

» 4°. Les corps visqueux, ceux qui sont susceptibles de former une couche huileuse à la superficie de l'eau ou du mercure (transpiration cutanée, cheveux, huiles, etc.), frappent instantanément le camphre d'une complète immobilité;

» 5°. Les agents chimiques qui augmentent la viscosité de l'eau, ceux qui mouillent ou attaquent le camphre, les émanations de cette substance odorante elle-même, produisent un effet analogue au bout d'un temps plus ou moins long;

» 6°. Les mouvements du camphre et ceux des corps légers qui l'environnent sont principalement dus aux vapeurs qui s'échappent de cette essence concrète;

» 7°. Les phénomènes *diluo-électriques* de M. Dutrochet sont de simples effets d'évaporation;

» 8°. L'acide benzoïque odorant, les tranches minces de girofle, de poivre, d'écorce d'orange, etc., offrent avec le camphre une grande analogie d'effets. La naphtaline reste immobile à la surface de l'eau et se meut vivement sur le mercure.

» 9°. L'emploi du mercure offre de précieux avantages dans l'étude de ces phénomènes, en ce qu'il rend visibles, à l'aide de l'haleine condensée, des effets que l'on ne peut voir lorsqu'on opère avec l'eau;

» 10°. Dans aucun cas, ni l'eau, ni les vases qui la contiennent, ni les corps qu'on y plonge, ne présentent de véritables phénomènes d'*habitude*, et ne possèdent une activité spéciale dont le camphre serait en quelque sorte le révélateur;

» 11°. Enfin, il n'y a pas identité entre les mouvements du camphre à la surface de l'eau, et la circulation du *Chara fragilis*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur les intégrales de la forme*

$$\int x^{s-\gamma p-1} \mathrm{f}(x^p) \left[\mathrm{F}(x^p)\right]^{\pm \frac{s}{rp}} dx$$

(*les lettres* f *et* F *indiquant des fonctions rationnelles*); *par* M. **O.-D. Broch** (de Norwège).

(Commissaires, MM. Cauchy, Liouville.)

THÉORIE DES NOMBRES. — *Note sur les caractères de divisibilité d'un nombre quelconque par chacun des nombres premiers compris entre* 0 *et* 102; *par* M. COUSINERY.

(Commissaires, MM. Lacroix, Libri.)

M. BELLINGERI adresse un résumé de la partie physiologique d'un travail qu'il avait précédemment adressé sur diverses questions relatives à la *fécondité des Mammifères.*

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. DE JOUFFROY soumet au jugement de l'Académie un nouveau système de trains de voitures dont il est l'inventeur, et il en adresse un modèle au sixième de la grandeur.

« Ce système, qui est applicable, dit M. de Jouffroy, à toutes les voitures à quatre roues, a pour effet de les rendre moins sujettes à verser, d'adoucir la rudesse des cahots et de diminuer la traction. »

(Commissaires, MM. Coriolis, Piobert, Séguier.)

M. LESGUERN, professeur d'Hydrographie à Belle-Ile-en-Mer, adresse une Note sur la *résolution des équations numériques.*

(Commissaires, MM. Cauchy, Sturm.)

CORRESPONDANCE.

M. le MINISTRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES transmet une Note de M. *Nizzoli,* agent consulaire à Zante, sur un *tremblement de terre* qui s'est fait sentir, le 26 février dernier, dans cette île, Note à laquelle est annexée une liste des phénomènes de cette nature qui ont été observés dans cette localité depuis le 16 avril 1514 jusqu'au 30 octobre 1840. Malheureusement pour plusieurs de ces tremblements l'année seulement est indiquée, ce qui ne permet pas d'en faire usage pour ou contre une opinion avancée par différents observateurs, que les secousses sont plus fréquentes dans certaines saisons que dans le reste de l'année. Cette Note est renvoyée à l'examen de M. Arago, déjà chargé des divers autres documents relatifs à la physique du globe.

M. GARCIA, à l'occasion d'un passage du Rapport fait dans la précédente séance sur son Mémoire concernant la *voix humaine,* présente, relativement à la date de ses recherches et de celles de MM. *Diday* et *Pétrequin,* les remarques suivantes :

« Avant que MM. Diday et Pétrequin eussent établi, dans leur Mémoire, la fixité du larynx pendant l'émission de tous les tons de la gamme en timbre sombre, je l'avais enseignée pendant plusieurs années consécutives. Dès 1832 j'ai communiqué ce fait à MM. les docteurs Hippolyte Larrey et Édouard Louis, au témoignage honorable desquels je ne crains pas d'en appeler. Depuis, je l'ai enseigné à toutes les personnes que j'étais chargé d'instruire; je citerai MM. Geraldy et Richard, qui, alors mes élèves, et aujourd'hui mes confrères, ont contribué sans doute à le répandre. J'ajouterai qu'à l'époque de la publication du Mémoire de MM. Diday et Pétrequin (*Gazette médicale de Paris*, 16 mai 1840), j'ai fait insérer dans la même feuille quelques observations ayant pour objet de maintenir mes droits et d'établir que la *voix sombrée* n'était pas « *une » nouvelle espèce de voix chantée* », mais un *timbre fondamental*, nécessairement employé dans les deux registres.

» Je n'entends nullement porter atteinte à l'originalité des recherches savantes de MM. Diday et Pétrequin; mais la publication de leur découverte ne saurait, j'espère, détruire des titres antérieurement acquis par une autre voie. »

M. de Humboldt, en transmettant les deux premières livraisons de l'ouvrage de M. Goeppert sur les *végétaux fossiles* (voir au *Bulletin bibliographique*), appelle sur ces recherches l'attention de l'Académie, qui a déjà reçu du même savant plusieurs intéressantes communications.

M. *Ad. Brongniart* est invité à prendre connaissance de cet ouvrage et à en entretenir l'Académie.

M. Ducross écrit à l'occasion d'une Lettre sur la cautérisation pharyngienne, adressée à l'Académie par M. *Gervais*.

« Certainement, dit M. Ducross, M. Gervais est fondé à dire que la cautérisation pharyngienne a été pratiquée avant moi dans des cas de surdité; mais c'était toujours dans des cas où la surdité dépendait d'un état catarrhal de l'arrière-bouche; on n'y avait jamais eu recours dans ceux où l'infirmité est le résultat de l'atonie ou de la paralysie des nerfs auditifs; car cette cause, la plus fréquente de toutes, personne avant moi ne l'avait signalée, personne aussi n'avait réussi jusqu'à présent à restituer à l'organe sa sensibilité presque instantanément, à donner à des sourds, dans l'espace de cinq à dix minutes, la faculté d'entendre la parole. »

M. Azais, en transmettant un opuscule qu'il vient de faire paraître sur la théorie des *puits forés*, appelle l'attention de la section de Physique sur

sa nouvelle publication, et demande à être inscrit sur la liste des candidats pour la place vacante dans cette section par suite du décès de M. Savart.

(Renvoi à la section de Physique.)

M. G. Rainey, membre du collége royal des Chirurgiens de Londres, annonce l'envoi prochain d'un travail sur la circulation du sang, et annonce d'avance le résultat principal auquel il a été conduit par ses recherches sur ce sujet. Suivant lui, ce résultat sera de prouver que le mouvement du sang dans les veines, de la lymphe dans ses vaisseaux et des liquides de différentes natures dans les organes sécréteurs s'opère, exclusivement sous l'influence du cœur. Son Mémoire, ajoute-t-il, doit donner également la théorie des sécrétions, des fonctions des tissus érectiles, de l'inflammation, et celle des effets dus aux anastomoses artérielles.

M. Korilski écrit relativement à des inexactitudes qu'aurait commises, suivant lui, M. *Arago*, en annonçant le sujet de quelques-uns des Mémoires qu'il (M. Korilski) a successivement présentés à l'Académie.

L'Académie accepte le dépôt de deux *paquets cachetés*, présentés, l'un par M. Walferdin; l'autre par M. Fouché-le-Pelletier.

A 4 heures $\frac{1}{2}$ l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures. F.

ERRATA. (Séance du 12 avril 1841.)

Page 636, ligne 9, *au lieu de* mais leurs propres fonctions d'abord, *lisez* mais les fonctions de celui-ci d'abord
Idem, *idem*, *au lieu de* elles, *lisez* il
Idem, ligne 10, *au lieu de* ont, *lisez* a
Idem, ligne 12, *au lieu de* leurs, *lisez* les.

Pour complément de cet *erratum* nous plaçons ici la phrase entière, telle qu'elle doit être corrigée :

« Les feuilles prises dans leurs pétioles ou dans leurs limbes, ou dans ces deux parties modifiées; les appendices foliacés quelconques ne constituent donc pas des individus, mais des parties (des membres, des organes si l'on veut) d'un être principal, destinées à remplir des fonctions données, mais les fonctions de celui-ci d'abord; parce que, avant tout, il a une vie spéciale, énergique, qui ne cesse même entièrement que par la désorganisation, et dont la puissance ne se ralentit généralement que lorsque, après la chute des corps appendiculés ou foliacés, ces mérithalles tigellaires, diversement enveloppés, fonctionnent plus directement pour la vie générale du végétal. »

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 15, in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1840, tome XI, in-4°.

Annales de la Société séricicole, fondée en 1837, pour la propagation et l'amélioration de l'industrie de la Soie en France; 4e année, 1840, in-8°.

Essai d'Hygiène générale; par M. MOTARD; 2 vol. in-8°; Paris, 1841.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; avril 1841, in-8°.

Traité de Pathologie iatrique ou médicale et de Médecine pratique; par M. PIORRY; 4e livraison, in-8°, 1841.

Essai d'un Traité élémentaire d'artillerie. — Poudre à canon; par M. TIMMERHANS; 1839, in-8°.

Relation de la bataille de Nezib; par M. T***; in-8°. (Extrait du *Spectateur militaire*, 15 mai 1840.)

Sur la multiplication des Sangsues; par M. HUZARD fils; 1841, in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Arts et Commerce du département de la Charente; tome XXIII, janvier et février 1841, in-8°.

Société d'émulation du département des Vosges, séant à Épinal. — Connaissances usuelles recueillies par la Société pour être adressées gratuitement à toutes les communes du même département; mars 1841; Épinal, in-8°.

Paléontologie française; par M. D'ORBIGNY; 17e liv., in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques et de Pharmacologie; avril 1841, in-8°.

L'Investigateur, journal de l'Institut historique; mars 1841, in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; avril 1841, in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; 6e série; *Sciences politiques, Histoire, Philologie;* tome II, 2e et 3e livraison, in-4°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg;

6e série; *Sciences mathématiques, physiques et naturelles;* 1832, tome II, 1re, 2e et 3e livraison, in-4°.

Mémoires présentés à l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, par divers savants et lus dans ses assemblées; tome II, 1re, 2e et 3e livraison, in-4°.

Astronomische.... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 421; in-4°.

Die Gottungen... *Les genres des plantes fossiles comparés avec ceux du monde moderne, illustrés par des figures; par* M. GŒPPERT. (M. Brongniart fils est chargé d'en rendre un compte verbal.) Bonn, in-4°.

Boston journal... *Journal d'Histoire naturelle de Boston, contenant les Mémoires et Notes lus à la Société d'Histoire naturelle de Boston, et publiés sous sa direction;* vol. Ier, 4 livr.; vol. II, 4 livr. en 3 cahiers; et vol. III, livraisons 1 et 2 en un seul cahier; in-8°.

Trattato... *Traité élémentaire d'Arithmétique et d'Algèbre; par* M. D'ANDREA, vol. I et II; Naples, 1838—1840, in-8°.

Manuale... *Manuel d'Anatomie chirurgicale de* M. Velpeau, *traduit en italien par* M. F. MANFRÈ; vol. I et II; Naples, 1840, in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome 9, n° 16, in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n° 46—48.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 198, in-8°.

La France industrielle; jeudi 15 avril 1841.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 AVRIL 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« Après la lecture du procès-verbal, M. **Arago** fait remarquer que l'avant-dernier article du dernier *Compte rendu* prête à M. Korilski une pensée dont il n'y a pas la plus légère trace dans la Lettre communiquée à l'Académie le 19 avril. M. Korilski croit que M. Arago s'est trompé sur un point de la théorie des influences lunaires de M. Schubeler; il prétend encore que M. Arago a refusé, à tort, de faire jouer un rôle essentiel au rayonnement, dans la formation des glaces de fond, mais il ne parle pas d'*inexactitudes qu'aurait commises le secrétaire en annonçant le sujet de quelques-uns de ses Mémoires.* M. Arago est surpris que l'article contre lequel il réclame ait été publié sans aucune mention de la réponse verbale qu'il fit à la Lettre de M. Korilski au moment de sa présentation. »

« M. Arago aurait eu encore des observations à présenter sur un second article du même *Compte rendu*, qu'il n'hésite pas à qualifier d'*inconcevable;* mais l'absence de MM. Flourens et Libri le détermine à ajourner sa réclamation. »

Note de M. **Bouvard** *à l'occasion d'une Note lue par* M. Libri *dans la séance précédente.*

« J'ai lu avec un sentiment pénible que tout le monde comprendra, la diatribe que M. Libri a insérée contre moi dans le dernier numéro du *Compte rendu.* J'y répondrai en un seul mot : Je désire qu'après une carrière aussi longue que la mienne, M. Libri n'ait pas à se reprocher des fautes plus graves que celles qu'il a énumérées devant vous avec tant de détails. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur diverses formules relatives à l'algèbre et à la théorie des nombres; par* M. **Augustin Cauchy.**

« Ce Mémoire sera divisé en deux paragraphes.

» Dans le premier paragraphe, je déduirai des relations qui existent entre les coefficients d'une équation algébrique et les sommes des puissances semblables de ses racines, une formule qui jouit d'une propriété singulière. Pour toutes les valeurs entières et positives, attribuées à deux variables que cette formule renferme, le premier membre se réduit à la plus petite variable ou à zéro, suivant que la plus petite variable divise ou ne divise pas la plus grande.

» Dans le second paragraphe, je m'occuperai de nouveau d'une question souvent traitée par les géomètres, savoir, de la résolution des équations indéterminées du premier degré en nombres entiers. On connaît la solution algébrique que M. Binet et M. Libri ont donnée de ce problème, pour le cas de deux inconnues. Mais quelque simple que soit, sous le rapport analytique, la solution dont il s'agit, nous verrons qu'elle peut être encore simplifiée, de manière à ne plus exiger la formation de tables qui offrent la décomposition d'un nombre entier quelconque en facteurs premiers.

» Quand on sait résoudre les équations indéterminées à deux inconnues, on sait aussi résoudre les équations qui renferment trois ou un plus grand nombre d'inconnues, puisqu'on peut commencer par choisir arbitrairement quelques-unes de ces dernières. Mais il peut arriver que, dans un problème indéterminé, on ait seulement besoin de connaître les valeurs entières, nulles ou positives, des inconnues; et ces valeurs seront certainement en nombre fini, si, dans le premier membre d'une équation li-

néaire donnée, les coefficients de toutes les inconnues sont des quantités de même signe. Alors la question se réduit à décomposer un nombre entier donné en parties égales ou inégales, dont chacune soit un terme d'une suite finie donnée. Cette question se reproduit dans diverses circonstances, par exemple, quand on se propose de développer les puissances d'un polynome qui renferme un nombre fini ou infini de termes, de déterminer les sommes des puissances semblables des racines d'une équation algébrique ou transcendante, ou de calculer les nombres de Bernoulli. Dans ces cas, et dans plusieurs autres, le coefficient de l'une des inconnues se réduit à l'unité, ce qui permet de résoudre assez facilement la question, en commençant par fixer la valeur de l'inconnue dont le coefficient est le plus grand. Au reste, j'indiquerai un moyen facile de résoudre, dans tous les cas, les questions de ce genre, et même de les réduire à de simples soustractions.

§ I^{er}. *Relations qui existent entre les coefficients d'une équation algébrique et les sommes des puissances semblables de ses racines. Formules singulières déduites de ces mêmes relations.*

» Soit m un nombre entier quelconque. On aura, comme l'on sait,

$$(x + y + z\ldots)^m = \Sigma(\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots)\,x^{\mathrm{a}}y^{\mathrm{b}}z^{\mathrm{c}},\ldots, \tag{1}$$

la sommation que le signe Σ indique s'étendant à toutes les valeurs entières, nulles ou positives, de a, b, c,... qui vérifient la condition

$$\mathrm{a} + \mathrm{b} + \mathrm{c} + \ldots = m,$$

et le nombre entier que représente l'expression (a, b, c,...) étant déterminé par la formule

$$(\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots) = \frac{1.2\ldots m}{(1.2\ldots\mathrm{a})(1.2\ldots\mathrm{b})(1.2\ldots\mathrm{c})\ldots},$$

où l'on doit omettre, dans le second membre, celles des quantités a, b, c,... qui se réduiraient à zéro; en sorte qu'on trouvera, par exemple, en supposant

$$\mathrm{a} = m,\quad \mathrm{b} = \mathrm{c} = \ldots = 0,$$

$$(\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots) = (m,\ 0,\ 0,\ldots) = \frac{1.2\ldots m}{1.2\ldots m} = 1.$$

Si, dans la formule (1), on remplace la somme

$$x + y + z + \ldots$$

par un polynome de la forme

$$X = lx + \ldots + px^{n-1} + qx^n,$$

on en conclura

$$(2) \qquad X^m = A_m x^m + A_{m+1} x^{m+1} + \ldots + A_{mn} x^{mn},$$

la valeur de A_i étant donnée par la formule

$$(3) \qquad A_i = \Sigma(\mathrm{a}, \mathrm{b}, \ldots, \mathrm{h}, \mathrm{k})\, l^{\mathrm{a}} \ldots p^{\mathrm{h}} q^{\mathrm{k}},$$

dans laquelle la sommation indiquée par le signe Σ devra s'étendre à toutes les valeurs entières, nulles ou positives, de

$$\mathrm{a}, \mathrm{b}, \ldots, \mathrm{h}, \mathrm{k},$$

qui vérifieront les deux conditions

$$\mathrm{a} + \mathrm{b} + \ldots + \mathrm{h} + \mathrm{k} = m,$$
$$\mathrm{a} + 2\mathrm{b} + \ldots + (n-1)\mathrm{h} + n\mathrm{k} = i.$$

Des équations (1), (2), (3), jointes aux deux suivantes

$$(4) \qquad e^x = 1 + x + \frac{x^2}{1.2} + \ldots,$$

$$(5) \qquad \mathrm{l}(1 + x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \ldots,$$

on déduit aisément les formules qui expriment les relations existantes entre les coefficients d'une équation algébrique et les sommes des puissances semblables de ses racines. Rappelons d'abord ces dernières formules en peu de mots.

» Soient $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$, les racines de l'équation algébrique

$$(6) \qquad x^n + a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} + \ldots + a_{n-1} x + a_n = 0,$$

et

$$s_i = \alpha^i + \beta^i + \gamma^i + \ldots,$$

la somme des $i^{\text{èmes}}$ puissances de ces racines. En posant

$$x = \frac{1}{z}$$

dans l'équation identique

$$x^n + a_1 x^{n-1} + \ldots + a_{n-1} x + a_n = (x-\alpha)(x-\beta)(x-\gamma)\ldots,$$

on en conclura

$$(7)\qquad 1 + a_1 z + \ldots + a_{n-1} z^{n-1} + a_n z^n = (1-\alpha z)(1-\beta z)(1-\gamma z)\ldots;$$

puis en prenant les logarithmes népériens des deux membres de l'équation (7), et ayant égard à la formule (5), on trouvera

$$(8)\qquad s_1 z + \tfrac{1}{2} s_2 z^2 + \tfrac{1}{3} s_3 z^3 + \ldots = -\,\mathrm{l}(1 + a_1 z + \ldots + a_{n-1} z^{n-1} + a_n z^n),$$

et par suite

$$(9)\qquad 1 + a_1 z + \ldots + a_{n-1} z^{n-1} + a_n z^n = e^{-(s_1 z + \frac{1}{2} s_2 z^2 + \frac{1}{3} s_3 z^3 + \ldots)}.$$

Si maintenant on développe les seconds membres des équations (8), (9), à l'aide des formules (4), (5), jointes à la formule (3), et si dans les équations nouvelles ainsi obtenues on égale entre eux les coefficients des puissances semblables de z, on en conclura

$$(10)\qquad s_i = i\Sigma(-1)^{\mathrm{a}+\mathrm{b}+\ldots+\mathrm{h}+\mathrm{k}} \frac{(\mathrm{a},\mathrm{b},\ldots,\mathrm{h},\mathrm{k})}{\mathrm{a}+\mathrm{b}+\ldots+\mathrm{h}+\mathrm{k}} a_1^{\mathrm{a}} a_2^{\mathrm{b}} \ldots a_{n-1}^{\mathrm{h}} a_n^{\mathrm{k}},$$

$$(11)\qquad a_i = \Sigma(-1)^{\mathrm{a}+\mathrm{b}+\ldots+\mathrm{h}+\mathrm{k}} \frac{(\mathrm{a},\mathrm{b},\ldots,\mathrm{h},\mathrm{k})}{1.2\ldots(\mathrm{a}+\mathrm{b}+\ldots+\mathrm{h}+\mathrm{k})} s_1^{\mathrm{a}} \left(\frac{1}{2} s_2^{\mathrm{b}}\right) \ldots \left(\frac{1}{n-1} s_{n-1}^{\mathrm{h}}\right) \left(\frac{1}{n} s_n\right)^{\mathrm{k}},$$

i devant être, dans la formule (11), inférieur ou tout au plus égal à n, et la sommation que le signe Σ indique devant s'étendre, dans chacune des formules (10), (11), à toutes les valeurs entières, nulles ou positives, de

$$\mathrm{a}, \mathrm{b}, \ldots, \mathrm{h}, \mathrm{k},$$

pour lesquelles se vérifiera la condition

$$(12)\qquad \mathrm{a} + 2\mathrm{b} + \ldots + (n-1)\mathrm{h} + n\mathrm{k} = i.$$

Il sera d'ailleurs facile de calculer ces valeurs, en commençant par déterminer celle de k, puis celle de h, etc. Ainsi, par exemple, si l'on a

$$n = 3, \quad i = 7,$$

alors l'équation (12) étant réduite à

$$\mathrm{a} + 2\mathrm{b} + 3\mathrm{c} = 7,$$

sera évidemment vérifiée par les valeurs entières, nulles ou positives de

$$\mathrm{a}, \ \mathrm{b}, \ \mathrm{c},$$

qui satisferont à l'un des trois systèmes de formules

$$\begin{aligned} \mathrm{c} &= 0, \quad \mathrm{a} + 2\mathrm{b} = 7, \\ \mathrm{c} &= 1, \quad \mathrm{a} + 2\mathrm{b} = 4, \\ \mathrm{c} &= 2, \quad \mathrm{a} + 2\mathrm{b} = 1. \end{aligned}$$

On reconnaîtra pareillement que l'on vérifie l'équation

$$\mathrm{a} + 2\mathrm{b} = 7,$$

en prenant

$$\mathrm{b} = 0, \quad \mathrm{a} = 7,$$

ou

$$\mathrm{b} = 1, \quad \mathrm{a} = 5,$$

ou

$$\mathrm{b} = 2, \quad \mathrm{a} = 3,$$

ou

$$\mathrm{b} = 3, \quad \mathrm{a} = 1;$$

l'équation

$$\mathrm{a} + 2\mathrm{b} = 4,$$

en prenant

$$\mathrm{b} = 0, \quad \mathrm{a} = 4,$$

ou

$$\mathrm{b} = 1, \quad \mathrm{a} = 2,$$

ou

$$\mathrm{b} = 2, \quad \mathrm{a} = 0;$$

et l'équation

$$\mathrm{a} + 2\mathrm{b} = 1,$$

en prenant

$$b = 0, \quad a = 1.$$

Donc, enfin, les valeurs nulles ou positives de

$$a, b, c,$$

propres à vérifier la formule

$$a + 2b + 3c = 7,$$

se réduiront à l'un des systèmes de nombres

$$\begin{array}{l} 7, 0, 0, \\ 5, 1, 0, \\ 3, 2, 0, \\ 1, 3, 0; \\ 4, 0, 1, \\ 2, 1, 1, \\ 0, 2, 1; \\ 1, 0, 2. \end{array}$$

Cela posé, la formule (10) donnera, pour $n = 3, i = 7$,

$$s_7 = -7 \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{7}a_1^7 + \frac{1}{6}(5, 1)a_1^5 a_2 + \frac{1}{5}(3, 2)a_1^3 a_2^2 + \frac{1}{4}(1, 3)a_1 a_2^3 \\ \quad -\frac{1}{5}(4, 1)a_1^4 a_3 - \frac{1}{4}(2, 1, 1)a_1^2 a_2 a_3 - \frac{1}{3}(2, 1)a_2^2 a_3 \\ \quad + \frac{1}{3}(1, 2)a_1 a_3^2, \end{array} \right.$$

ou, ce qui revient au même,

$$s_7 = -a_1^7 - 7(a_1^5 a_2 + 2a_1^3 a_2^2 + a_1 a_2^3 - a_1^4 a_3 - 3a_1^2 a_2 a_3 - a_2^2 a_3 + a_1 a_3^2).$$

Telle est effectivement la somme des $7^{\text{ièmes}}$ puissances des racines de l'équation

$$x^3 + a_1 x^2 + a_2 x + a_3 = 0.$$

» Si, dans les formules (10), (11), on prend successivement pour i les divers nombres entiers

$$1, 2, 3, 4, 5, \ldots,$$

en laissant la valeur de n arbitraire, on retrouvera des formules données

très anciennement par Euler, savoir,

$$s_1 = -a_1,$$
$$s_2 = a_1^2 - 2a_2,$$
$$s_3 = -a_1^3 + 3a_1a_2 - 3a_3,$$
$$s_4 = a_1^4 + 2a_2^2 - 4a_1^2a_2 + 4a_1a_3 - 4a_4,$$
$$s_5 = -a_1^5 + 5a_1^3a_2 - 5a_1^2a_3 + 5a_1a_2^2 + 5a_1a_4 + 5a_2a_3 - 5a_5,$$
etc.,

et

$$a_1 = -s_1,$$
$$a_2 = \frac{1}{1.2}(s_1^2 - s_2),$$
$$a_3 = -\frac{1}{1.2.3}(s_1^3 - 3s_1s_2 + 2s_3),$$
$$a_4 = \frac{1}{1.2.3.4}(s_1^4 - 6s_1^2s_2 + 3s_2^2 + 8s_1s_3 - 6s_4),$$
$$a_5 = -\frac{1}{1.2.3.4.5}(s_1^5 - 10s_1^3s_2 + 15s_1s_2^2 + 20s_1^2s_3 - 20s_2s_3 - 30s_1s_4 + 24s_5),$$
etc.

» Il existe des relations dignes de remarque entre les valeurs de

$$s_1,\ s_2,\ s_3,\ldots,$$

fournies par l'équation (10), et les coefficients des diverses puissances de z dans le développement de l'expression

$$(1 + a_1 z + \ldots + a_n z^n)^{-1}.$$

» En effet, désignons par

$$t_1,\ t_2,\ t_3,\ldots$$

ces coefficients, en sorte qu'on ait

$$1 + t_1 z + t_2 z^2 + \ldots = (1 + a_1 z + \ldots + a_n z^n)^{-1}$$
$$= 1 - (a_1 z + \ldots + a_n z^n) + (a_1 z + \ldots + a_n z^n)^2 - \text{etc.},$$

et par suite, en vertu de la formule (3),

$$(13)\quad t = \Sigma(-1)^{\mathrm{a}+\mathrm{b}+\ldots+\mathrm{h}+\mathrm{k}}(\mathrm{a},\mathrm{b},\ldots,\mathrm{h},\mathrm{k})\, a_1^{\mathrm{a}}\, a_2^{\mathrm{b}} \ldots a_{n-1}^{\mathrm{h}}\, a_n^{\mathrm{k}},$$

la sommation que le signe Σ indique s'étendant à toutes les valeurs de

$$\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \ldots\ \mathrm{h},\ \mathrm{k}$$

qui vérifient la condition (12). Comme l'équation (8), différenciée par rapport à z, donnera

$$(14)\quad s_1 z + s_2 z^2 + s_3 z^3 + \ldots = -(a_1 + 2a_2 z + \ldots + na_n z^{n-1})(1 + a_1 z + a_2 z^2 + \ldots)^{-1},$$

et par suite

$$s_1 z + s_2 z^2 + s_3 z^3 + \ldots = -(a_1 + 2a_2 z + \ldots + na_n z^{n-1})(1 + t_1 z + t_2 z^2 + \ldots),$$

on en conclura

$$(15)\qquad s_i = -(a_1 t_i + 2a_2 t_{i-2} + 3a_3 t_{i-3} + \ldots + na_n t_{i-n}).$$

» Il suit évidemment des formules (13) et (15) que, dans la valeur générale de s_i donnée par l'équation (10), tout comme dans les valeurs précédemment trouvées de

$$s_1,\ s_2,\ s_3,\ s_4,\ s_5, \ldots,$$

le coefficient numérique d'un terme quelconque sera toujours un nombre entier. Donc, par suite, le produit

$$i\,\frac{(\mathrm{a},\mathrm{b},\ldots,\mathrm{h},\mathrm{k})}{\mathrm{a}+\mathrm{b}+\ldots+\mathrm{h}+\mathrm{k}},$$

dans lequel

$$i = \mathrm{a} + 2\mathrm{b} + \ldots + (n-1)\,\mathrm{h} + n\mathrm{k},$$

sera toujours un tel nombre. Cette proposition s'accorde avec un théorème que nous démontrerons tout-à-l'heure.

» Il nous reste à exposer plusieurs conséquences remarquables des formules générales que nous venons d'établir.

» Observons d'abord que si l'on différencie l'équation (1) par rapport à l'une des variables x, y, z, ..., par rapport à x par exemple, on trouvera

$$m(x + y + z + \ldots)^{m-1} = \Sigma\mathrm{a}(\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots)x^{\mathrm{a}-1}y^{\mathrm{b}}z^{\mathrm{c}}\ldots$$

Donc, par suite, l'expression

$$a(a, b, c, \ldots)$$

représentera le coefficient du produit $x^{a-1} y^b z^c \ldots$, dans le développement de

$$m(x + y + z + \ldots)^{m-1},$$

en sorte qu'on aura

$$a(a, b, c, \ldots) = m(a - 1, b, c, \ldots),$$

et

$$(16) \qquad \frac{a(a, b, c, \ldots)}{m} = (a - 1, b, c, \ldots),$$

la valeur de m étant

$$m = a + b + c + \ldots.$$

L'équation (16), qu'on peut établir directement, puisqu'elle devient identique quand on y substitue les valeurs des expressions

$$(a, b, c, \ldots), \quad (a - 1, b, c, \ldots),$$

subsiste d'ailleurs lorsqu'on échange entre elles les lettres a, b, c, ... Il en résulte que chacun des produits

$$a(a, b, c, \ldots), \quad b(a, b, c, \ldots), \quad c(a, b, \ldots), \ldots,$$

est divisible par le nombre

$$m = a + b + c + \ldots$$

Donc ce nombre divisera le produit

$$\omega(a, b, c, \ldots),$$

si le facteur ω est de la forme

$$au + bv + cw + \ldots,$$

$u, v, w, \ldots$ désignant des quantités entières positives ou négatives. Cela

posé, pour vérifier l'exactitude de la proposition ci-dessus énoncée, il suffira d'observer que le facteur

$$i = \mathrm{a} + 2\mathrm{b} + \ldots + (n - 1)\mathrm{h} + n\mathrm{k}$$

est précisément de la forme indiquée. Ajoutons que le plus grand commun diviseur des nombres

$$\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots,$$

est de la même forme. On peut donc énoncer encore la proposition suivante.

» 1^er^ *Théorème.* Soit m la somme des nombres

$$\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots$$

et ω leur plus grand commun diviseur. Le produit

$$\omega(\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots)$$

sera toujours divisible par m.

» *Corollaire* 1^er^. Dans le développement de

$$(x + y + z + \ldots)^m,$$

le coefficient numérique M d'un terme quelconque sera divisible par m, si aucun entier ne divise les exposants de toutes les variables dans ce terme. Dans le cas contraire, le plus grand commun diviseur ω de ces exposants rendra le produit ωM divisible par m. Ainsi, par exemple, dans le développement de

$$(x + y + z)^3,$$

le plus grand commun diviseur 3 des exposants 3 et 6, dans le terme

$$(3,\ 6)x^3y^6,$$

rendra le produit

$$3 \times (3,\ 6) = 3.84$$

divisible par 9.

» *Corollaire* 2^e^. Le plus grand commun diviseur ω des nombres

$$\mathrm{a},\ \mathrm{b},\ \mathrm{c},\ldots$$

devant diviser leur somme m, il en résulte que, dans le développement de

$$(x + y + z + \ldots)^m,$$

m divisera l'exposant numérique de tout terme où l'exposant d'une seule des lettres x, y, z,... sera premier à m. Par exemple, dans le développement de

$$(x + y + z)^9,$$

tous les coefficients numériques seront divisibles par 9, à l'exception des suivants,

$$1, \quad 84 = (6, 3) = (3, 6), \quad 1680 = (3, 3, 3).$$

» *Corollaire* 3^e^. Si m est un nombre premier, le coefficient 1 de x^m, de y^m, de z^m,..., sera le seul qui ne soit pas multiple de m, ce que l'on savait déjà.

» Considérons maintenant la formule (10), et appliquons-la au cas où l'équation (6) se réduirait à

$$x^n - 1 = 0.$$

Alors, a_1, a_2,..., a_{n-1}, étant nuls, on verra, dans le second membre de la formule (10), disparaître tous les termes qui ne correspondront pas à des valeurs nulles de

$$a, \ b, \ldots, \ h;$$

et, par suite, on trouvera

$$s_i = n \quad \text{ou} \quad s_i = 0,$$

suivant que i vérifiera ou ne vérifiera pas la condition

$$nk = i,$$

c'est-à-dire, suivant que i sera ou non divisible par n. Or, en comparant la valeur de i ou de s_i avec celle que l'on obtiendrait si l'on appliquait directement la formule (10) aux deux équations

$$x - 1 = 0, \quad x^{n-1} + x^{n-2} + \ldots + x + 1 = 0,$$

dans lesquelles peut se décomposer l'équation donnée

$$x^n - 1 = 0,$$

on se verra immédiatement conduit à la proposition suivante.

» 2^e *Théorème.* Si l'on pose généralement

$$(17)\qquad s_i = 1 + \Sigma \frac{(-1)^{a+b+\ldots+h+k}}{a+b+\ldots+h+k}(a, b, \ldots, h),$$

le nombre des quantités

$$a, b, \ldots, h$$

étant $n-1$, et la diminution que le signe Σ indique s'étendant à toutes les valeurs entières, nulles ou positives de $a, b, \ldots, h$ qui vérifient la condition

$$(18)\qquad a + 2b + \ldots + (n-1)h = i;$$

on trouvera

$$s_i = n \quad \text{ou} \quad s_i = 0,$$

suivant que n sera ou ne sera pas diviseur de i.

» *Corollaire.* Si l'on pose $n = 2$, le théorème précédent donnera

$$(19)\quad 1 + (-1)^i i\left[\frac{1}{i} - 1 + \frac{i-3}{2} - \frac{(i-4)(i-5)}{2.3} + \ldots\right] = 3 \text{ ou } 0,$$

par conséquent,

$$(20)\quad 1 + (-1)^i\left[1 - i + \frac{i(i-3)}{2} - \frac{i(i-4)(i-5)}{2.3} + \ldots\right] = 3 \text{ ou } 0,$$

suivant que i sera ou ne sera pas divisible par n. L'équation (19) s'accorde avec le théorème donné par M. Stern pour la sommation de la série finie

$$1 - \frac{i-3}{2} + \frac{(i-4)(i-5)}{2.3} - \text{etc.}$$

Le théorème de M. Stern peut donc être considéré comme renfermé dans le théorème 2. »

Nous avons déjà remarqué que, dans la formule (11), i était supposé inférieur ou tout au plus égal à n. Si le nombre entier i devenait supérieur au nombre entier n, alors, a_i devant être considéré comme égal à zéro, l'on déduirait évidemment de l'équation (9) non plus la formule (11), mais la proposition suivante.

» 3^me^ *Théorème.* Lorsque le nombre i surpasse le degré n d'une équation algébrique, les sommes

$$s_1,\ s_2,\ s_3,\ldots,$$

des puissances semblables des racines de cette équation, vérifient la formule

$$(21)\qquad \Sigma(-1)^{a+b+c+\ldots}\frac{(a,\ b,\ c\ldots.)}{1.2\ldots(a+b+c\ldots)}s_1^a\left(\tfrac{1}{2}s_2\right)^b\left(\tfrac{1}{3}s_3\right)^c\ldots=0,$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières, nulles ou positives de

$$a,\ b,\ c,\ldots,$$

pour lesquelles on a

$$(22)\qquad a+2b+3c+\ldots=i.$$

» *Corollaire* 1^er^. Si, pour fixer les idées, on prend $n=2$, $i=3$, l'équation (20) donnera

$$s_1^3-3s_1s_2+2s_3=0.$$

» *Corollaire* 2^e^. Si l'équation donnée se réduit à

$$x^n-1=0,$$

alors dans la suite

$$s_1,\ s_2,\ s_3,\ldots,$$

tous les termes s'évanouiraient, à l'exception des suivants

$$s_{1n},\ s_{2n},\ s_{3n},\ldots,$$

qui seront égaux à n. Par suite, dans le premier membre de l'équation (21), tous les termes s'évanouiront d'eux-mêmes, si i n'est pas divisible par n. Si au contraire i est divisible par n, l'équation (21) pourra s'écrire comme il suit

$$(23)\qquad \Sigma(-1)^{a+b+c+\ldots}\frac{(a,\ b,\ c,\ldots)}{1.2\ldots(a+b+c+\ldots)}(1)^a\left(\tfrac{1}{2}\right)^b\left(\tfrac{1}{3}\right)^c\ldots\ldots=0,$$

le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières nulles ou positives de a, b, c,...., pour lesquelles on aura

$$a+2b+3c+\ldots=\frac{i}{n}.$$

Mais $\frac{i}{n}$ peut être l'un quelconque des nombres entiers supérieurs à l'unité. Donc la formule (22) se vérifiera toujours, si dans cette formule la sommation indiquée par le signe Σ s'étend à toutes les valeurs entières, nulles ou positives, de a, b, c,...., qui offrent pour somme un nombre donné, supérieur à l'unité. Au reste, cette conclusion pourrait être immédiatement déduite de l'équation identique

$$1 - x = e^{-(x + \frac{1}{2}x^2 + x\frac{1}{3}x^3 + \ldots)}. »$$

Note lue par M. **Auguste de Saint-Hilaire** *en présentant la seconde partie de ses* Leçons de Botanique.

« En faisant hommage à l'Académie de la deuxième partie de l'ouvrage intitulé *Morphologie végétale*, j'ajouterai peu de chose à ce que j'ai eu l'honneur de lui dire quand je lui ai présenté la première partie. Partant d'un petit nombre de principes, j'en ai suivi l'application dans tous les organes des végétaux et la botanique comparée. J'ai inséré dans cet ouvrage le résumé de plusieurs Mémoires que je comptais soumettre à l'Académie sur les diverses parties du pistil et du fruit, les rapports naturels, la symétrie végétale, etc., et par conséquent je m'abstiendrai de publier ces travaux. Le livre dont il s'agit est destiné principalement à l'enseignement supérieur de la botanique, et, en tâchant de rendre plus facile l'étude de cette science, j'ai fait aussi des efforts pour ne lui rien ôter de ce qu'elle a d'élevé et de philosophique. »

RAPPORTS.

GÉOLOGIE. — *Rapport sur les collections et observations géologiques, recueillies en* 1838 *et* 1839, *pendant l'expédition nautique et scientifique du Nord, par* M. **Eugène Robert**, l'un des membres de l'expédition.

(Commissaires, MM. Biot, Arago, Freycinet, Becquerel, Pouillet, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, Adolphe Brongniart, Élie de Beaumont, et Cordier rapporteur.)

« L'Académie, pour être en mesure de donner l'avis qui lui a été demandé par M. le Ministre de la Marine et des Colonies, nous a chargés de lui rendre compte des résultats de tout genre qui ont été obtenus

par l'expédition nautique et scientifique du Nord, pendant les campagnes de 1838 et 1839. Vos Commissaires ont naturellement divisé un travail aussi considérable. Nous allons vous entretenir aujourd'hui des résultats géologiques de l'expédition; ils sont dus à M. Eugène Robert, membre de la Société géologique de France, et à M. Durocher, élève distingué du corps royal des Mines, qui a été adjoint à la Commission scientifique, pour la campagne de 1839. Nous exposerons dans le présent Rapport ce qui concerne les travaux de M. Robert; ceux de M. Durocher ont été tout-à-fait distincts, et nous en donnerons connaissance à l'Académie aussitôt que les dernières collections recueillies par ce voyageur seront arrivées à Paris.

» Lorsque, en 1838, l'Académie des Sciences a été appelée à donner des instructions pour l'expédition nautique et scientifique du Nord, cette expédition avait déjà fourni trois campagnes. Ainsi, en réalité, l'expédition a duré cinq années. Pendant ce laps de temps le but s'est successivement modifié et agrandi.

» En 1835, la corvette *la Recherche*, alors commandée par M. le capitaine Tréhouart, et portant une commission scientifique peu nombreuse, partit avec la mission principale de renouveler les tentatives faites l'année précédente par M. le capitaine Dutaillis, monté sur le brick *la Bordelaise*, pour découvrir, s'il était possible, les traces du naufrage si regrettable qui, en 1833, a perdu en entier dans les glaces du pôle Nord l'expédition de *la Lilloise*, commandée par le courageux capitaine Blosseville. Cette campagne de 1835 a eu peu de résultats. La continuité et l'étendue des champs de glace empêchèrent d'arriver jusqu'au Groënland, et les naturalistes débarqués en Islande purent seulement commencer leurs recherches.

» En 1836, la corvette *la Recherche* a pénétré jusqu'au Groënland, où MM. les officiers de la marine royale ont fait des observations diverses et recueilli plusieurs séries de roches tout-à-fait précieuses. Pendant ce temps, MM. les membres de la Commission scientifique, et particulièrement M. Robert, qui a constamment fait partie de cette Commission depuis l'origine, ont achevé l'exploration de l'Islande où ils avaient été déposés.

» La publication des résultats de ces deux campagnes ayant été immédiatement ordonnée par M. le Ministre de la Marine, les membres de la Commission scientifique ont été autorisés à employer la campagne de 1837 à recueillir en Danemarck, en Norvège et en Suède, tous les documents propres à compléter les éléments de leur relation. Pendant cette cam-

pagne, la corvette *la Recherche* n'a point navigué dans les mers du Nord.

» Nous n'avons pas à nous occuper des travaux dont nous venons de donner l'indication; cependant, comme ils se lient en partie avec ceux dont vos Commissaires doivent rendre compte, nous dirons que la relation des campagnes 1835, 1836 et 1837 aura six volumes, avec un grand et un petit atlas. Une bonne partie a déjà paru. En ce qui concerne M. Robert, nous remarquerons que la géologie occupe à elle seule un volume de la relation, et que les collections de roches et de minéraux recueillies par ce voyageur pendant cette première période de l'expédition, et déposées au Muséum, se composent de près de 3800 échantillons, la plupart d'un grand intérêt.

» Les campagnes de 1838 et 1839 ont porté sur d'autres contrées boréales que celles précédemment visitées; le nombre des membres de la Commission scientifique associés aux recherches nautiques a été fort augmenté et plusieurs savants danois, norvégiens et suédois y ont été adjoints par leurs gouvernements. Du reste, la présidence de cette commission n'a pas cessé d'être, comme par le passé, confiée à M. Gaymard.

» En 1838, la corvette *la Recherche*, commandée dès-lors par M. le capitaine Fabre, après avoir mouillé dans le golfe de Drontheim, sur la côte occidentale de Norvège, et dans la rade d'Hammerfest, près de l'extrémité de la Laponie, est allé séjourner par 77° de latitude, dans le golfe de Bell-Sund, sur la côte sud-ouest du Spitzberg. De là, elle est revenue explorer le cap Nord et les côtes de Finmarck. Elle est rentrée dans les ports de France, après avoir déposé les membres de la Commission scientifique à Hammerfest, lieu placé à plus de 4° au-delà du cercle polaire et dans le voisinage duquel une partie des membres ont hiverné. Les autres, au nombre desquels était M. Robert, ont exploré la Laponie, en la traversant dans la direction de Tornea. M. Robert a ensuite parcouru jusqu'à Stockholm la partie de la Suède qu'il n'avait pas vue l'année précédente.

» En 1839, la corvette *la Recherche* a mouillé huit jours aux îles Feroe et touché à Hammerfest, ainsi qu'au cap Nord. Ayant rallié la plupart des membres de la Commission scientifique, elle a été aborder à la petite île Cherry, en se rendant de nouveau au Spitzberg. Au Spitzberg, la corvette s'est élevée jusqu'à 80° de latitude et elle y a passé quinze jours, dans la baie de la Madelaine, qui est située sur la côte occidentale. Elle est ensuite revenue en France, après avoir déposé à Hammerfest une partie

des membres de la Commission. Ces derniers ont traversé la Laponie, et quelques-uns ont étendu leurs observations jusqu'à Moscou, puis, s'étant arrêtés en Pologne, en Bohême et dans diverses parties de l'Allemagne, ils n'ont été de retour à Paris que vers le milieu de 1840. Les observations géologiques de tout cet itinéraire de 1839 appartiennent à M. Durocher. M. Robert a été constamment détaché de la Commission pendant cette campagne. Il s'est d'abord rendu par terre de Stockholm à Archangel, dans la vue d'attendre dans cette dernière ville une occasion de s'embarquer pour la Nouvelle-Zemble; mais aucun bâtiment pêcheur n'ayant tenté cette dangereuse navigation en 1839, le devouement et les espérances de M. Robert ont été déçus. Cependant tout n'a pas été perdu: l'année précédente un petit bâtiment avait été frété par des particuliers, pour aller à la recherche d'une prétendue mine d'or dont quelques pêcheurs avaient annoncé l'existence dans cette terre glacée et presque déserte. L'expédition avait rapporté un chargement bien inutile de roches pyriteuses assez variées. M. Robert a pu faire un choix parmi ces roches, qui sont extrêmement remarquables. Ensuite ce voyageur, après diverses recherches sur les bords de la mer Blanche, a remonté la Dwina et descendu le Volga jusqu'au gouvernement de Cazan. De là, il a traversé toute la Russie jusqu'à la Baltique.

» Les matériaux relatifs aux travaux de M. Robert, que vos Commissaires ont eu à examiner, sont, savoir : 1° une collection de plus de 1560 échantillons appartenant à un grand nombre d'espèces ou de variétés principales de roches, collection qui est déposée au Muséum et dont la réunion à celles des premières campagnes donne un total de plus de 5,300 échantillons; 2° un catalogue raisonné de cette collection, dans lequel les localités et les gisements sont indiqués; 3° 88 dessins ou croquis qui représentent des aspects de côtes, de montagnes, de glaciers ou de glaces flottantes et des coupes géologiques; 4° une notice imprimée (1) sur les glaciers du Spitzberg; 5° un Mémoire manuscrit, de 49 pages in-4°, dans lequel M. Robert a résumé les résultats de ses recherches en 1838; 6° un Mémoire imprimé (2) dans lequel ce voyageur a déjà fait connaître au public les résultats principaux de sa campagne de 1839.

» Il nous serait impossible de suivre M. Robert dans la foule d'observa-

---

(1) *Bulletin de la Société géologique*, tome IX, page 114.

(2) *Bulletin de la Société géologique*, tome XI, page 298.

tions de détail, tout-à-fait intéressantes, qu'il a consignées dans son catalogue et dans ses mémoires, ou qui naissent de l'inspection de ses dessins et des échantillons de roches qu'il a recueillis. Nous nous contenterons, en prenant pour guide l'itinéraire de ses deux campagnes, de faire remarquer les faits les plus saillants.

» La relâche dans le golfe de Drontheim a permis à M. Robert de constater que toute cette partie des côtes occidentales de Norvège appartient exclusivement aux terrains de gneiss et à un système talqueux et protogynique qui contient les célèbres mines de cuivre qu'on exploite à Roraas. Sur beaucoup de points des côtes et jusqu'à une hauteur de plus de 100 mètres au-dessus du niveau de la mer, ces terrains primordiaux offrent des surfaces largement mamelonnées, usées et polies, suivant M. Robert, comme celles sur lesquelles les vagues de l'Océan exercent maintenant leurs effets. Au-dessus de cette hauteur, le sol montre les formes arrêtées, angulaires, et quelquefois élancées qui appartiennent à sa constitution et à l'inclinaison des couches. Six dessins donnent une idée exacte de ces aspects contrastants. A l'île de Lexen, des galets marins couvrent les croupes arrondies les plus élevées, et attestent, par leur présence, l'origine de cette configuration singulière et l'émersion de cette partie de la Norvège postérieurement au commencement de la période géologique dans laquelle nous vivons.

» Au Spitzberg, les observations saillantes ont été nombreuses, quoiqu'elles n'aient porté que sur les côtes et sur les îles de la grande baie de Bell-Sund. La constitution du sol n'a montré à découvert aucune portion de l'écorce primordiale, quoique ce sol soit, comme en Norvège, très montueux et très accidenté; mais, chose remarquable, elle a offert six espèces de terrains secondaires distincts, appartenant les uns aux périodes géologiques les plus anciennes et les autres aux époques les plus récentes. Voici l'indication de ces terrains, en suivant l'ordre des temps :

» 1°. Terrains de phyllades très talqueux, contenant des assises plus ou moins puissantes de grès quartzeux souvent lustrés, d'anagénites calcarifères et de calcaires phylladifères, le tout sans vestiges de corps organiques fossiles, mais entrecoupé de filons de quartz;

» 2°. Terrains de sélagite ou roche d'hypersthène, non stratifiée, formant à elle seule des montagnes qui sont comme enclavées au milieu du système précédent;

» 3°. Terrains de calcaire anthraxifère, renfermant de vieux fossiles marins tels que productus et spirifères; on y trouve des rognons de silex.

On doit en outre présumer que, sur quelques points, ce système contient du gypse, circonstance qui serait tout-à-fait nouvelle.

» 4°. Terrains de grès quartzeux à anthracite, renfermant avec des couches de ce combustible minéral à l'état friable, des rognons de carbonate de fer compacte et un petit nombre de vestiges de plantes fossiles qui paraissent analogues à une partie de celles qui figurent dans les terrains houillers de nos latitudes tempérées. Il est à remarquer qu'on n'y trouve point d'empreintes de fougère.

» 5°. Terrains de grès quartzeux friable, en stratification horizontale et transgressive aux systèmes disloqués et tourmentés qui précèdent, et dans lequel on trouve des fragments disséminés de lignite piciforme, fragments qui contiennent quelquefois des grains de résine succinique.

» 6°. Enfin, terrain d'alluvion marin, placé au-dessus de la mer, à des hauteurs qui atteignent jusqu'à 40 mètres, et qui est composé de galets, de graviers ou de coquilles brisées, absolument identiques aux dépôts que les vagues forment journellement dans toute la baie.

» D'après cet énoncé sommaire, on entrevoit aisément quelles sont les conséquences géologiques importantes qui dérivent des observations de M. Robert au Spitzberg. On voit, par exemple, que cette extrémité du globe, si voisine du pôle, a été à plusieurs époques, et surtout aux époques les plus anciennes, soumise aux mêmes dépôts secondaires et aux mêmes causes de dislocation que les régions équatoriales ou tempérées.

» La structure des glaciers et de leurs moraines, le mouvement progressif de ceux qui descendent à la mer, l'action destructive des vagues sur ces derniers, la nature des glaces flottantes, ont en outre occupé utilement M. Robert. Nous avons dit précédemment que l'extrait des recherches de ce voyageur, sous ces divers points de vue, avait déjà été publié par lui. Il serait par conséquent superflu de nous étendre à ce sujet.

» Ajoutons maintenant que l'ensemble des observations faites au Spitzberg est appuyé d'une série de plus de 500 beaux échantillons de roches et de 41 dessins ou croquis, qui à eux seuls forment presque la moitié du portefeuille de M. Robert.

» Au retour du Spitzberg, l'exploration du cap Nord, celle des côtes du Finmark jusqu'à Hammerfest, et de là dans tout le golfe d'Alten, ont fourni les résultats que nous allons indiquer.

» Tout le monde sait que le cap Nord n'est pas situé sur le continent, mais sur la petite île Mageroë, qui n'est séparée du continent que par un détroit très resserré, celui de Have-Sund. Le détroit, l'île et le cap en par-

ticulier ont été complétement examinés; leur sol montueux et fortement accidenté, est partout formé de terrains de gneiss, parfaitement caractérisés, contenant des assises ou couches subordonnées de pegmatite, de leptinite, de pétrosilex zonaire, de diorite ou d'amphibolite, le tout entrecoupé, sur divers points, par des filons de quartz ou quelquefois par des pegmatites sans délit et mêlées de tourmaline. M. Robert a vainement cherché dans ce système les sélagites ou roches d'hypersthène, qui ont été indiquées dans cette partie du Finmark. Il n'a trouvé aucun indice de ces roches, même parmi les galets des plages marines actuelles, lesquels ne se composent que de nombreux débris des terrains de gneiss, associés à quelques fragments de syénite, de grès quartzeux lustrés, de lydienne, et même de scories volcaniques, fragments dont la présence tient vraisemblablement à des causes accidentelles diverses.

» Les sommités du détroit de Have-Sund s'élèvent à plus de 500 mètres au-dessus de la mer. Le cap Nord domine abruptement l'Océan polaire de près de 330 mètres. 16 dessins ou croquis représentent l'aspect de toutes ces montagnes, la dislocation des terrains de gneiss, l'inclinaison des couches. On y voit aussi la représentation de plusieurs anciens rivages, dont l'élévation au-dessus de la mer actuelle atteint fréquemment 16 à 24 mètres. On reconnaît aisément ces anciens rivages à leurs formes parfaitement arrondies, à leurs surfaces usées et comme polies, et sur quelques points aux amas de coquilles brisées, de galets et de sables marins qui les recouvrent.

» A l'île de Rolfsö-Hamn, qui est située entre le cap Nord et Hammerfest, le phénomène du relèvement progressif du Finmark est attesté, d'une manière encore plus positive, par un puissant dépôt alluvial qui s'élève en pente douce à plus de 33 mètres de hauteur, et qui montre jusqu'à sept étages ou terrasses faiblement inclinées, formées de galets marins, placées en retraite les unes à l'égard des autres, et séparées par un sol tourbeux. Tout ce système repose sur une assise épaisse de débris de coquilles, parmi lesquelles on reconnaît des fragments de *Cyprina islandica*, de *Nullipora*, et d'autres mollusques identiques avec ceux qui vivent actuellement dans l'Océan polaire. La constitution fondamentale de l'île appartient d'ailleurs aux terrains de gneiss.

» Il en est de même de l'île d'Hammerfest, où M. Robert a d'ailleurs constaté ce fait singulier, savoir, que, dans une dépression située derrière le port et la ville, il existe, à une hauteur d'environ 25 mètres au-dessus de la mer, un amas de blocs arrondis de roches primordiales du pays, dont

les interstices sont comblés par de petits galets de pierre ponce noirâtre, analogues à ceux qui, de temps à autre, viennent encore de nos jours échouer, avec les bois flottés, sur les côtes de Norvège, et dont l'origine est évidemment due aux éruptions volcaniques d'Islande ou de l'île Jean-Mayen.

» Les données recueillies à Have-Sund, Mageroe, Rolfsö-Hamn et Hammerfest, sont appuyées d'une série de 350 échantillons.

» Les observations de M. Robert ont été nombreuses dans le golfe d'Alten, qui est situé par 70 degrés de latitude, à environ 40 lieues au sud-ouest du cap Nord. Ici les terrains de gneiss manquent tout-à-fait, du moins dans les trois territoires sur lesquels les observations se sont étendues. Ainsi à Talvig et à Kääfiord, partie occidentale du golfe, il existe un grand système de roches talqueuses, avec des couches ou assises subordonnées de diorite et de calcaire magnésien. Ce système contient, près de Kääfiord, des gîtes abondants de pyrites cuivreuses, exploitées par une compagnie anglaise que les grands avantages de l'entreprise ont déterminée à venir s'établir dans ces tristes parages. A Raipas, dans le fond du golfe et près de la rivière d'Alten, on trouve un vieux système phylladien, accompagné de grès quartzeux, de calcaires phylladifères ou de calcaires bréchoïdes, et dans lequel on ne voit aucun débris organique fossile; il renferme des gîtes cuivreux qui sont également exploités par la compagnie anglaise, mais dont les minéraux accessoires diffèrent de ceux de Kääfiord. Enfin à Bossecop, partie orientale du golfe, on ne rencontre que des phyllades quartzifères et des grès quartzeux lustrés, sans empreintes.

» Les anfractuosités du golfe offrent sur un grand nombre de points, non-seulement des surfaces de roches souvent excessivement dures ou tenaces, telles que les diorites et les grès quartzeux, qui ont été arrondies et comme passées à l'émeri, jusqu'à des élévations fort supérieures au niveau actuel de la mer, mais encore des plages d'alluvions marines constamment émergées, disposées en terrasses et par gradins, comme si l'émersion avait eu lieu par une série d'effets intermittents.

» La traversée de la Laponie, d'Attengaard à Tornea, c'est-à-dire sur une étendue de plus de 100 lieues, n'a offert à M. Robert qu'un sol uniformément composé de gneiss avec quelques couches ou veines subordonnées d'harmophanite, d'amphibolite ou de diorite ; ces roches subordonnées renferment elles-mêmes assez souvent du fer oxidulé magnétique. Ces terrains, de formes peu prononcées, sont recouverts de place en place par des blocs erratiques et par des sables et graviers diluviens dont le lavage,

par les eaux courantes, sépare journellement du sable ferrugineux. M. Robert indique, dans son Mémoire manuscrit, quelques-uns des motifs qui lui font penser que ces matériaux proviennent de la démolition superficielle des roches primordiales du pays, et que c'est vraisemblablement une mer très ancienne qui aurait produit ces effets, que d'ailleurs il ne confond pas avec ceux plus récents dont nous avons parlé précédemment.

» Les terrains de gneiss qui forment les côtes occidentales du golfe de Bothnie, n'ont rien offert de particulier à M. Robert; mais à Söderhamm, 50 lieues au nord de Stockholm, il a observé, à 130 mètres environ au-dessus de la Baltique, et à la surface d'une petite montagne qui lui a paru évidemment usée par la mer, un détritus de coquilles du genre *Mytulus*, dans lequel il a reconnu des valves de *Tellina baltica*, mollusque très commun dans les eaux actuelles du golfe.

» Cette observation, la dernière qu'il ait faite en 1838, rapprochée non-seulement des données du même genre recueillies par lui pendant cette campagne, mais encore des observations auxquelles il s'était livré en 1837, tant sur le même sujet dans le golfe de Christiania que relativement aux blocs erratiques de la Scandinavie, a été l'occasion de la dissertation qui termine le Mémoire manuscrit que nous avons déjà cité. Il y a dans cette dissertation quelques faits de détails dont il serait trop long d'entretenir l'Académie; nous nous contenterons d'indiquer que M. Robert ayant examiné les rayures que plusieurs géologues, notamment M. Sestroöm, et long-temps avant lui MM. Lasteyrie et Alexandre Brongniart, ont remarquées à la surface des roches de Scandinavie qui sont voisines des amas de blocs erratiques, et que ces savants ont considérées comme les traces incontestables du transport violent de ces blocs dans le sens du nord au sud; M. Robert, disons-nous, a remarqué, premièrement, que les rayures dont il s'agit suivent la direction des couches qui forment le sol, direction qui est presque constante; secondement, que ces rayures sont en rapport avec la facilité que certains feuillets ont à s'altérer spontanément plus que les feuillets voisins, et qu'enfin il y a ici une coïncidence purement fortuite entre la direction des couches inclinées qui composent le sol et la forme allongée des amas de blocs erratiques. En résumé, M. Robert pense que ces blocs sont le résultat non pas d'un cataclysme diluvien, mais d'une action de va-et-vient opérée par les courants et les vagues d'une mer qui aurait couvert, à une époque très reculée, toutes les parties basses des contrées scandinaviennes; il se range d'ailleurs à l'opinion que les blocs d'une grande dimension auraient été alors transportés sur des glaces flot-

tantes annuellement détachées des continents, comme il a vu que cela se passe au Spitzberg. Enfin il regarde l'espèce de ceinture d'alluvions marines qui se montre sur tant de points élevés des côtes de Norvège, de Laponie et de Suède, comme le dernier terme des effets de la mer, avant que l'émersion lente et le soulèvement successif de cette partie de l'Europe, eût produit l'apparence spécieuse d'un abaissement du niveau de l'Océan.

» Nous n'avons pas à discuter ces explications; nous ajouterons seulement à l'exposé qui précède, que pendant cette campagne, M. Robert n'a pas négligé de recueillir de l'eau de mer prise à diverses latitudes et à diverses profondeurs. En outre des sondages en haute mer, poussés jusqu'à 500 et même 800 mètres, ont ramené des sables et des vases renfermant des corps marins souvent microscopiques, dont la détermination, déjà commencée par un zoologiste habile dans l'étude des foraminés (M. Alcide d'Orbigny), offrira, suivant le témoignage de ce savant, des faits nouveaux et intéressants.

» Tels sont les principaux résultats de la campagne géologique de M. Robert en 1838. La publicité qu'il a déjà donnée lui-même aux observations qu'il a faites en Russie pendant l'année 1839, nous laisse peu de chose à dire de cette dernière campagne. La collection qui sert d'appui à ces observations, renferme un grand nombre de variétés de roches qui nous étaient inconnues et dont l'existence pourrait paraître contestable si on ne les avait pas sous les yeux: tels sont de vieux calcaires à spirifères ou à productus, blancs, tendres et friables comme la craie ordinaire, ou bien arénacés et semblables à notre calcaire grossier des environs de Paris; tels sont encore des silex cariés analogues à nos pierres meulières, et qui cependant appartiennent au vieux système calcaire précédent; tels sont enfin des calcaires magnésiens dépendants de ce même système et qui se montrent caverneux et friables comme les dolomies des marnes irisées du Jura. Ces roches singulières ont d'autant plus d'intérêt, qu'elles forment le fond du sol dans presque toutes les parties de la Russie qui ont été parcourues par M. Robert. La certitude de leur existence contribuera à mettre les géologues de plus en plus en garde contre le préjugé qui attribuait aux roches de l'enveloppe secondaire du globe, une dureté d'autant plus grande et une contexture d'autant plus serrée et d'autant plus massive, que ces roches sont plus anciennes.

» Les roches de la Nouvelle-Zemble que M. Robert est parvenu à se procurer à Archangel, nous apprennent que la côte sud-ouest de cette terre

polaire renferme de vieux terrains de phyllades noirâtres et de calcaires à orthocères et à goniatites, ce qui est à coup sûr fort remarquable.

» Enfin les dessins et les échantillons qu'il a aussi recueillis à Archangel, nous donnent l'importante certitude que les terrains argileux ou marneux de l'étage oolitique moyen s'étendent de l'intérieur de la Russie d'Europe, savoir, d'une part jusque dans la Laponie russe, et de l'autre jusqu'à l'embouchure de la Péchora, près du détroit de Vaigatch.

» D'après tout ce que nous venons d'exposer à l'Académie, nous nous croyons autorisés à conclure que M. Robert a payé sa dette d'une manière très satisfaisante, pendant le cours de l'expédition; qu'il a acquis à la science des faits nombreux et remarquables, et enrichi nos collections d'une série très considérable d'échantillons ayant le plus haut intérêt; enfin qu'on doit vivement desirer qu'il puisse continuer à publier ses importantes observations. »

Les conclusions de ce Rapport ont été adoptées par l'Académie.

NOMINATIONS.

L'Académie procède par voie de scrutin à la nomination d'un candidat pour la *chaire de Physique générale et expérimentale* vacante au Collége de France, par suite du décès de M. *Savart*.

Le nombre des votants est de 52. Au premier tour de scrutin,

M. Regnault obtient	48 suffrages;
M. Babinet.	2
M. Milne Edwards. .	1

Il y a un billet blanc.

M. Regnault, ayant obtenu la majorité des suffrages, sera présenté comme le candidat de l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique.

L'Académie procède ensuite, également par voie de scrutin, à la nomination d'un candidat pour la *chaire de Zoologie* (mammifères et oiseaux) vacante au Muséum d'Histoire naturelle, par suite de la démission de M. *E. Geoffroy-Saint-Hilaire*.

Le nombre des votants est de 49. Au premier tour de scrutin,

M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire obtient	45 suffrages;
M. Milne Edwards.	3

Il y a un billet blanc.

M. **Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire**, ayant réuni la majorité des suffrages, sera présenté à M. le Ministre de l'Instruction publique comme le candidat de l'Académie.

M. le **Ministre des Travaux publics** invite l'Académie à désigner parmi ses membres trois Commissaires qui, aux termes du décret du 25 août 1804, doivent faire parti du jury chargé de prononcer sur le mérite des pièces de concours produites par les élèves de l'École royale des Ponts-et-Chaussées.

Avant qu'on ne procède au scrutin pour élire cette Commission, deux des membres qui en faisaient partie l'an passé, MM. Dupin et Piobert, prient qu'on veuille bien ne les pas renommer, attendu qu'ils seront absents pendant l'époque du concours.

Le résultat du scrutin désigne, pour faire partie de cette Commission, MM. Coriolis, Liouville, Duhamel.

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Recherches microscopiques sur le contenu de la vésicule du germe envisagé dans toutes les classes de la série animale, et sur la fonction qu'il est destiné à remplir dans l'acte de la génération; par* M. **Coste**. (Extrait par l'auteur.)

(MM. de Blainville et Dumas sont adjoints à la Commission nommée pour un précédent travail du même auteur. Cette première Commission était composée de MM. Serres, Dutrochet, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire).

« En étudiant au microscope la vésicule germinative, on a découvert, dans ces derniers temps, que, chez certaines espèces, il existe, au sein du fluide qu'elle renferme, un amas régulier de granules, ou un corpuscule affectant une forme plus ou moins lenticulaire. Or comme ce corpuscule ou cette tache, ainsi qu'on l'a désigné d'abord, a paru se manifester d'une manière constante, on a été conduit à le considérer comme *un véritable germe déjà vivant et formé avant la conception*. L'on a ajouté ensuite, pour corroborer cette hypothèse, qu'après le rapprochement des sexes, cette tache, ou ce prétendu germe, passait dans la partie centrale de la cicatricule d'où l'embryon tire son origine.

» Si cette manière de voir n'est pas l'expression tout-à-fait formelle de la préexistence des germes, elle y conduit cependant d'une manière inévitable.

En effet, si d'un côté l'on admet que cette tache granuleuse soit le véritable germe déjà vivant et formé avant la conception, et si de l'autre on suppose que ce prétendu germe soit, à l'exclusion du reste de la matière renfermée dans la vésicule germinative, seul admis à constituer la portion du blastoderme où l'embryon va se manifester, il semble que ce germe prétendu doive être considéré comme la forme primitive d'un organisme, dont celle de l'animal adulte ne serait, en quelque sorte, que l'amplification. Aussi, dès qu'on est entré dans cette voie, il est difficile de s'y maintenir sans aboutir, par un enchaînement irrésistible de conséquences, à la théorie de l'évolution.

» Mais pour qu'il fût permis de donner à la tache supposée germinative une semblable signification, pour qu'il fût possible surtout d'élever ainsi un fait spécial à la hauteur d'une idée générale, il faudrait que ce fait se reproduisît dans toutes les espèces, sinon d'une manière complétement identique, du moins avec un caractère d'analogie tellement évident, que l'on ne pût en contester la réalité. Or l'observation m'a démontré bien évidemment que chez un très grand nombre d'espèces, à quelque classe qu'elles appartiennent, la matière renfermée dans la cavité de la vésicule germinative, au lieu de manifester dans son sein la présence d'un corps circonscrit ou défini, que l'on puisse considérer comme *un germe déjà formé et vivant avant la conception*, se montre, au contraire, tantôt homogène dans toutes ses parties, tantôt parsemée d'un plus ou moins grand nombre de points globulineux tenus en suspension.

» Après avoir reconnu que l'existence de la tache ou du prétendu germe que l'on supposait déjà vivant avant la conception, loin d'être un fait général, ne se trouve, au contraire, qu'une exception qui, par conséquent, ne peut avoir l'importance qu'on lui a attribuée, j'ai cherché à savoir quel est le rôle assigné à la vésicule germinative dans l'acte de la génération, et sous quelle forme la matière qu'elle contient concourt à la réalisation de l'être nouveau qui tend à se constituer. A cet effet, j'ai observé les modifications que la cicatricule éprouve lorsque l'œuf se détache de l'ovaire pour passer dans l'oviducte. Il m'a paru que pendant ce laps de temps les parois de la vésicule germinative sont résorbées, et que, par suite de leur disparition, la matière que cette vésicule renfermait s'épanche, tout entière, dans le blastoderme, pour se confondre avec lui, et devenir la propre substance de sa partie centrale.

» Ainsi donc, la circatricule qui, dans l'ovaire, était représentée par un disque granuleux ayant une vésicule logée dans sa partie centrale, se trouve, après la chute de l'œuf, par le fait même de la résorption

des parois de cette vésicule, et par suite de l'épanchement des matériaux qu'elle renfermait dans sa cavité, convertie en un tout homogène, dont la partie centrale est tout aussi uniformément granuleuse que la circonférence. Or, comme dans les phénomènes ultérieurs du développement, c'est la partie centrale de la cicatricule qui donne naissance à l'embryon, il s'ensuit que ce dernier n'y préexistait pas, puisque la matière dont il émane a subi, quelque temps auparavant, une sorte de fusion moléculaire, à la faveur de laquelle elle s'est incorporée à la substance du blastoderme; fusion qui, en la faisant passer à l'état amorphe, s'il est permis de s'exprimer ainsi quand il s'agit de phénomènes si admirablement calculés, exclut toute idée de la préexistence *d'un germe déjà vivant et formé avant la conception.* »

ZOOLOGIE. — *Propositions sur l'organisation des polypes fluviatiles;* *par* M. COSTE.

« A la veille de partir pour un voyage d'exploration scientifique sur le littoral de l'Italie, afin d'y recueillir les matériaux pour compléter la publication de mon ouvrage d'Embryogénie comparée, je demande la permission de présenter à l'Académie quelques-uns des résultats d'un travail général sur l'organisation et l'histoire naturelle des animaux inférieurs, travail que j'aurai l'honneur de lui soumettre en entier quand tous les dessins seront terminés. Malheureusement le temps n'ayant encore permis d'en exécuter qu'un petit nombre, il ne sera question aujourd'hui que des polypes fluviatiles, et, par conséquent, cette communication ne doit être considérée que comme un fragment fort restreint de recherches plus étendues. En attendant, l'Académie me permettra de déposer, dans un paquet cacheté, les croquis qui se rapportent à ce travail, ainsi que leur explication.

» Les points sur lesquels je desire fixer aujourd'hui l'attention sont les suivants :

» *Appareil musculaire des polypes fluviatiles.* — Il se compose :

» 1°. De muscles moteurs tentaculaires qui sont de deux sortes, les uns fléchisseurs en dedans, les autres fléchisseurs en dehors. Ils règnent dans toute l'étendue des tentacules, et offrent dans leur trajet un certain nombre de nodosités ;

» 2°. Des muscles moteurs de la languette, disposés d'avant en arrière sur deux séries parallèles, et dont l'usage est de relever cet organe ;

» 3°. Des rétracteurs de l'animal, formant deux grands muscles qui, du fond de la cellule où ils s'insèrent un peu en avant du point d'attache de l'ovaire, remontent de chaque côté de l'intestin sur lequel ils envoient, en passant, des fibres d'insertion, et qui, arrivés vers le milieu de l'œsophage, se divisent en deux faisceaux inégaux. Le plus grand se fixe sur les côtés de l'ouverture buccale à la base des bras, et l'autre à la partie postérieure de la base de ces mêmes bras. Chez les paludicelles, les deux faisceaux ne se décomposant pas, les fibres s'étalent et s'insèrent presque sur tout le pourtour de la bouche;

» 4°. Des rétracteurs propres de l'intestin, au nombre de deux, fixés, d'une part, en arrière du point d'insertion de l'ovaire, et de l'autre à la partie postérieure de l'estomac, où ils paraissent se terminer après s'être bifurqués;

» 5°. Des muscles dilatateurs du fourreau. Ils sont peaussiers, disposés plus ou moins transversalement, et en très grand nombre, dans une certaine étendue de la longueur du pourtour de l'extrémité libre de la cellule. Ils s'insèrent d'une part à la face interne de la peau qui tapisse l'extrémité de la cellule, et de l'autre à la face externe de cette même peau qui, par son invagination, constitue le fourreau. Leur usage est de dilater l'ouverture de la cellule, et de favoriser, par conséquent, la sortie de l'animal en faisant cesser l'occlusion occasionnée par la contraction d'un sphincter du fourreau dont ils sont les antagonistes. Les paludicelles offrent, sous ce rapport, une différence qu'il serait trop long d'exposer ici et que mes planches rendent sensible;

6°. Des muscles régulateurs du fourreau, au nombre de dix environ. Ils sont disposés comme autant de cordes qui, du tiers antérieur de la longueur de la face interne de la cellule où ils s'insèrent, se portent, radiairement, en convergeant d'arrière en avant, vers le pourtour de l'extrémité postérieure du fourreau sur tous les points de la circonférence duquel ils s'attachent. Ils paraissent avoir pour usage de contraindre le fourreau à affecter, d'une manière permanente, la disposition invaginée qui le constitue, et surtout de s'opposer à une évagination trop grande de l'animal. C'est pour cela que nous les nommons régulateurs du fourreau. Ils sont bien moins nombreux chez la paludicelle que chez les polypes à panache en fer à cheval.

» Les muscles dilatateurs et les muscles régulateurs du fourreau sont les seules parties qui rappellent, jusqu'à un certain point, la disposition ra-

diaire chez les polypes fluviatiles, dont tout le reste de l'organisation est manifestement binaire.

» *Appareil digestif.* — Il se compose de trois compartiments bien distincts, qui sont l'œsophage, l'estomac et le rectum.

» L'œsophage se termine en avant par une bouche circulaire et ciliée, surmontée d'une languette également ciliée qui lui sert d'opercule et qui varie en forme, en grandeur et en disposition, selon les espèces. Il communique en arrière avec l'estomac *par un museau de tanche* saillant à l'intérieur de cet estomac. Cette languette et ce museau de tanche sont une disposition anatomique qui appartient exclusivement aux polypes à panache en forme de fer à cheval, et qui cesse d'exister chez les paludicelles, lesquelles présentent, sous ce rapport, une conformation fort différente, et chez lesquelles on remarque aussi *que l'absence d'une languette et d'un museau de tanche* coïncide avec celle de la membrane palmée qui réunit la base des tentacules des polypes à panache en fer à cheval.

» L'estomac forme une grande poche terminée postérieurement en cul-de-sac et présentant, dans toute l'étendue de sa face interne, des plis longitudinaux fort saillants.

» Le rectum prend naissance vers la partie antérieure de l'estomac, un peu en arrière de l'œsophage, par une ouverture munie d'un sphincter, et s'ouvre à l'extérieur, au dos de l'animal.

» Les parois de ces trois divisions intestinales offrent une épaisseur notable, ont une structure qui paraît de nature glanduleuse, et présentent une couche musculaire formée de fibres circulaires qui leur donnent une grande puissance contractile et qui permettent à l'estomac d'imprimer aux aliments des mouvements fort prononcés, dont l'usage serait d'en faciliter la digestion. Chez les paludicelles cette faculté contractile étant beaucoup moindre, y est remplacée par la présence de cils fort longs, placés au pourtour de l'ouverture de communication de l'estomac avec le rectum, et qui, par leurs vibrations, agitent les molécules alimentaires.

» *Appareil de la reproduction.* — Indépendamment de la faculté reproductive par bourgeons, les polypes fluviatiles se propagent aussi par des œufs qui sont produits par un ovaire filiforme, situé à la partie postérieure de l'estomac auquel il tient par une de ses extrémités, pendant qu'il se fixe par l'autre à la face interne de la cellule, entre les deux points d'attache des muscles rétracteurs de l'animal et des muscles rétracteurs de l'intestin. Tous les individus d'un même polypier nous ont paru produire des œufs

et, par conséquent, s'il existe deux sexes, ces deux sexes doivent être réunis sur le même individu.

» En général, l'œuf de l'alcyonelle donne naissance *à deux individus réunis*, mous, contractiles dans toute leur étendue; en sorte que le jeune polypier qui résulte de la coexistence de ces deux individus, est susceptible de se déplacer jusqu'au moment où *la couche superficielle de son enveloppe extérieure se solidifie*. L'enveloppe extérieure de la cristatelle ne se solidifiant jamais, conserve toujours cette faculté contractile.

» Nous avons observé dans la cavité viscérale commune aux deux individus qui sortent de l'œuf de l'alcyonelle, un masse sphéroïdale bien limitée, qui diminue de volume à mesure que le jeune polypier grandit, et finit par disparaître. Cet organe transitoire nous a paru être en connexion avec l'extrémité postérieure de l'estomac, et nous semble, sous plusieurs rapports, devoir être considéré comme une vésicule ombilicale.

» Les jeunes de la cristatelle ont toute leur cavité viscérale occupée par une matière granuleuse qui nous a paru de la même nature que celle qui remplit la vésicule ombilicale des alcyonelles. Cette matière s'étend jusqu'à l'extrémité des tentacules; ce qui prouve d'une manière évidente que ces tentacules sont creux dans toute leur étendue, et représentent, chacun, un long cul-de-sac communiquant avec la cavité qui existe entre la peau de l'animal et son intestin. Au reste, cette communication est encore prouvée, chez les adultes, par le passage du fluide qui circule dans cette cavité.

» *Système nerveux.* — Il se compose d'un double ganglion sus-œsophagien, fournissant des filets postérieurs qui descendent le long de l'œsophage, et des filets antérieurs qui paraissent se diriger en avant et sur les côtés.

» Maintenant, en ayant égard à l'organisation compliquée des espèces de polypes pour lesquelles nous venons d'établir ces propositions, à la disposition en général binaire de leurs organes, à la position de leur système nerveux; en considérant qu'ils ont un manteau analogue, sous plusieurs rapports, à celui des mollusques; qu'ils produisent, comme ces derniers, l'enveloppe qui les protége; si l'on prenait encore en considération certains faits spéciaux qu'offrent les cristatelles, ceux, par exemple, d'avoir un pied contractile dans tous les points, et de secréter, comme les gastéropodes, une matière visqueuse abondante (1), on serait conduit non-seulement à

---

(1) Les cristatelles sécrètent une mucosité tellement abondante, que le fond de l'eau

les faire passer dans la classe des mollusques, mais à y introduire aussi tous les animaux qui leur sont inférieurs. Cependant, avant de présenter cette conclusion comme un fait définitivement acquis, nous demanderons à exposer encore quelques-uns des résultats de nos recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la fermentation lactique; par* MM. BOUTRON-CHARLARD *et* E. FREMY. (Extrait par les auteurs.)

(Commissaires, MM. Thenard, Pelouze, Regnault.)

« Nous nous sommes proposé d'étudier les circonstances dans lesquelles l'acide lactique prend naissance, et de reconnaître d'une manière précise la nature des agents qui déterminent sa formation. Comme les expériences dont nous allons rendre compte démontrent que les différentes productions de l'acide lactique dépendent d'une seule et même force qui a la plus grande analogie avec celle qui donne lieu à la fermentation alcoolique, nous lui avons donné le nom de *fermentation lactique*.

» Nous n'avions pas seulement pour but de trouver un moyen de produire à volonté un corps qui peut avoir autant d'importance sous le rapport théorique que par ses applications à la médecine, mais surtout de déterminer le mode de production d'un acide organique qui offre une analogie frappante avec les acides malique, citrique et tartrique, sur la formation desquels nous n'avons, jusqu'à présent, aucune donnée précise.

» Nous rappellerons ici les travaux qui nous ont été utiles dans nos recherches; nous citerons en première ligne ceux de M. Thenard qui ont pour objet l'action de l'albumine sur le sucre, les expériences de MM. Payen et Persoz sur la diastase, celles de M. Dubrunfaut sur la fermentation, ainsi que les observations que M. Liebig vient de publier sur le même sujet dans son Traité de Chimie organique. Enfin, nous avons rattaché nos expériences à celles que l'un de nous a faites sur la pectine et l'acide pectique, et aux

---

où elles vivent en est pour ainsi dire tapissé. Ce tapis muqueux, dont l'épaisseur est de 8 ou 10 millimètres dans quelques points, et dont l'étendue est tellement considérable que nous l'avons vu recouvrit une grande partie de l'étang de Plessis-Piquet, et de certaines localités de la Seine, paraît être destiné à mettre les polypiers à l'abri du contact trop rude des corps sous-jacents.

Au reste, malgré sa grande étendue, ce tapis est toujours en rapport avec le nombre des polypes qui le produisent.

recherches que nous avons publiées en même temps que M. Bussy sur la production de l'huile volatile de moutarde.

» On sait que l'acide lactique est un des plus importants que présente la Chimie organique, et qu'il se forme dans un grand nombre de circonstances. On le rencontre dans presque tous les liquides de l'économie animale, dans les produits de la fermentation des sucs végétaux, dans l'eau sure des amidonniers, et dans le lait exposé pendant quelques jours au contact de l'air. Nous devions donc examiner le mode de production de l'acide lactique dans les divers cas que nous venons d'indiquer, en recherchant d'abord la nature de la matière qui se transformait en acide lactique, ainsi que les propriétés du ferment qui opère sa transformation. Nous avons reconnu que, sous l'influence de certaines matières animales, un grand nombre de substances neutres peuvent se convertir en acide lactique, et cette conversion est d'autant plus nette, que ces substances sont peu propres à donner naissance à la fermentation alcoolique; nous citerons particulièrement la dextrine et le sucre de lait.

» Toutes les matières organisées d'origine végétale ou animale sont aptes, lorsqu'elles ont été exposées à l'air pendant quelque temps, à transformer les substances neutres en acide lactique.

» En étudiant avec soin l'action des différentes matières animales sur les substances neutres, nous avons remarqué qu'elles pouvaient, en traversant différents degrés de désorganisation, devenir susceptibles de produire des altérations correspondantes à ces degrés de décomposition. Le mode d'action d'un ferment ne dépend donc pas seulement de sa nature, mais encore de la décomposition qu'il éprouve. C'est ainsi, par exemple, que la diastase peut convertir d'abord l'amidon en dextrine et en sucre, et qu'elle peut ensuite les transformer en acide lactique, et plus tard en alcool et en acide carbonique.

» D'après ces données, on comprend que lorsqu'on veut étudier l'action d'une matière animale sur un corps neutre, il faut nécessairement arrêter la décomposition du ferment, car sans cela, au lieu d'obtenir le résultat de l'action d'un seul ferment, on n'aurait plus que les produits compliqués d'une série de ferments ayant chacun leur propriété spéciale. Pour donner un exemple à l'appui de ce que nous venons d'avancer, nous dirons qu'une membrane peut, lorsqu'on la met en contact avec du sucre, le transformer, comme chacun sait, en acide lactique, en mannite, en matière visqueuse, en alcool et en acide carbonique; mais si l'on parvient à arrêter les modifications que la membrane éprouve, on reconnaît alors que les produits que

nous venons de citer ne se forment pas dans le même instant, mais qu'ils sont le résultat d'une altération successive de la matière animale.

» Ce phénomène ne présente-t-il pas beaucoup d'analogie avec les observations que M. Pelouze a faites dans ces derniers temps sur la distillation des matières organiques? On sait, en effet, qu'il a reconnu que, pour étudier les modifications successives qu'éprouve une matière organique par la distillation, il était important de tenir compte du degré de chaleur auquel on la soumettait. Nous pensons aussi que dans l'étude de la fermentation lactique, il faut tenir compte des modifications qu'éprouve le ferment sous peine de retomber dans des réactions aussi compliquées que celles que présentait la distillation des matières organiques avant les recherches de M. Pelouze.

» Il résulte donc des principes que nous venons d'établir, que pour obtenir une fermentation lactique bien nette, il faut opérer avec un ferment peu altérable.

» Nous indiquons dans notre Mémoire les caractères de la fermentation lactique, le rôle véritable que joue l'air atmosphérique dans cette opération qui détermine les modifications du ferment, et nous arrivons à l'examen des différentes productions d'acide lactique.

» C'est ainsi, par exemple, que pour expliquer la présence de l'acide lactique dans les liquides de l'estomac, nous avons soumis certains corps neutres à l'action des matières animales qui sont d'ordinaire en contact avec elles, et nous avons reconnu que celles qui sont d'une altération facile donnent lieu à une fermentation complexe, tandis que les membranes, peu altérables, peuvent transformer les substances neutres en acide lactique pur. Nous croyons que ces faits, qui peuvent rendre compte de la présence de l'acide lactique dans l'économie animale, sont dignes de fixer l'attention des physiologistes.

» Si de là nous passons à l'examen de la formation de l'acide lactique dans les végétaux, nous voyons que presque toutes les matières de nature albumineuse renfermées dans les végétaux sont susceptibles, quand elles ont éprouvé une modification par le contact de l'air, de convertir les substances neutres en acide lactique. La transformation la plus remarquable de ce genre est celle que la diastase modifiée peut faire éprouver à la dextrine. Si l'on vient en effet à exposer pendant deux ou trois jours de l'orge germée à l'air humide, la diastase qu'elle contient se modifie et peut alors convertir la dextrine en acide lactique pur. Cette transformation n'expliquerait-elle pas jusqu'à un certain point les apparitions subites des acides

dans les fruits, et ne viendrait-elle pas éclairer un des phénomènes les plus obscurs de la physiologie végétale?

» Une température élevée peut paralyser l'action des matières animales qui produisent la fermentation lactique, mais elle ne la détruit pas complétement, car nous avons reconnu que ces matières peuvent, dans beaucoup de cas, recouvrer cette propriété. Cette observation nous paraît importante pour les conséquences qu'elle peut avoir sur la fabrication du sucre, car on sait qu'on a proposé naguère de dessécher les cannes et les betteraves pour en retirer le sucre dans une saison plus favorable au travail. En examinant des cannes et des betteraves desséchées, nous avons trouvé qu'elles contenaient souvent une grande quantité d'acide lactique, qui peut, comme tout le monde le sait, occasionner de grandes pertes dans la fabrication.

» Nous passons enfin à l'altération que le lait éprouve quand il est exposé à l'air, et nous faisons voir que c'est le caséum qui convertit le sucre de lait en acide lactique, que son action est arrêtée par la combinaison qu'il forme avec l'acide qu'il produit, et qu'on peut le rendre propre à agir de nouveau sur le sucre de lait, en saturant par du bicarbonate de soude l'acide lactique avec lequel il était combiné. Nous avons pu ainsi transformer non-seulement tout le sucre de lait contenu dans le lait en acide lactique; mais encore faire éprouver cette modification à du sucre de lait ajouté. Nous croyons que cette expérience rend compte d'une des productions les plus importantes de l'acide lactique, et nous sommes fondés à penser que le caséum est le véritable ferment du sucre de lait, ou du moins que le caséum est au sucre de lait ce que la levure de bière est au sucre ordinaire. Cet essai nous a donné le moyen de préparer à volonté de l'acide lactique et nous indiquerons, avec détail, dans notre Mémoire, le procédé que nous avons suivi.

» Nous pensons donc que les expériences dont nous venons de présenter le résumé, démontrent d'une manière évidente quelles sont les influences sous lesquelles se forme l'acide lactique, et qu'elles prouvent surtout que cet acide n'est pas un des produits de la fermentation compliquée à laquelle on avait donné le nom de fermentation visqueuse, mais qu'il est bien le résultat d'une fermentation spéciale à laquelle nous donnons le nom de *fermentation lactique*.

» Dans un second Mémoire, nous espérons prouver que la mannite est aussi le résultat d'une fermentation particulière. »

GÉOGRAPHIE. — *Observations faites durant un voyage dans le pays d'Adel et le royaume de Choa; par* M. ROCHET, d'Héricourt.

(Commission précédemment nommée.)

M. Rochet est entré dans le pays d'Adel par la baie ou plutôt le golfe de Toujourra, sorte de canal long de trente-deux à trente-quatre lieues sur six à sept de largeur, obstrué à son entrée par une infinité de petits îlots et semé d'une infinité de récifs qui en rendent la navigation dangereuse. Le village qui donne son nom au golfe est situé au fond de la baie, presqu'au pied d'une chaîne de montagnes volcaniques qui court de l'est à l'ouest.

Pour se rendre de ce point dans le royaume de Choa, M. Rochet eut à traverser dans toute sa longueur le pays d'Adel; la route qu'il suivit n'est praticable qu'à l'époque où les pluies périodiques ont rempli certains réservoirs naturels qu'on rencontre de distance en distance. Dans tout ce trajet qui a cent-trente lieues environ on ne trouve de rares apparences de culture, et la contrée paraît en général très stérile. Elle est croisée en tous sens par des chaînes de collines peu élevées qui, comme les hautes montagnes des environs de Toujourra, présentent les traces les plus évidentes de l'action volcanique.

« Il est impossible, dit M. Rochet, qu'on puisse se faire, si l'on n'a visité ces régions, une idée de la quantité prodigieuse de lave que l'on y remarque en beaucoup d'endroits, et qui couvrent d'immenses espaces. Dans certaines localités, elle a formé des couches de 1^{m} à $1^{m}\frac{1}{2}$ d'épaisseur d'une substance lisse et compacte renfermant de petits cristaux de feldspath; dans d'autres, les coulages ont eu lieu par ondulation et ont produit une lave raboteuse, vitreuse, boursouflée, enveloppant de gros cristaux de feldspath blancs et luisants, ce qui lui donne un aspect siénitique; ailleurs ils offrent une lave grise pleine de cavités renfermant de petits cristaux de fer titané; sur plusieurs points les coulages ont jusqu'à 40 et 45 mètres d'épaisseur; souvent enfin on observe une multitude de cônes tronqués, peu élevés, enveloppés d'une lave vitrifiée, hétérogène, assez semblable aux scories qui se trouvent parfois dans les fours à chaux, et formant, sur un terrain ferrugineux, des couches inégales de 5 à 15 centimètres d'épaisseur. Le lieu où les coulages ont été les plus considérables est situé non loin de la rivière d'Awache, auprès du royaume de Choa. J'ai visité le Vésuve, l'Etna et Stromboli: la lave de tous ces volcans réunis ne

peut servirde terme de comparaison pour celle que j'ai vue dans le voisinage de l'Awache. J'ai rencontré, dans le royaume d'Adel, un grand nombre de volcans éteints, mais je n'en ai vu aucun qui fût en combustion.

» Depuis Toujourra jusqu'au royaume de Choa, j'ai aussi vu vingt-trois sources d'eau chaude, dont les températures diverses varient au thermomètre de Réaumur depuis 53° jusqu'à la chaleur de l'eau bouillante...

» La population du royaume d'Adel se compose de plusieurs tribus nomades, qui n'ont d'autre occupation et ne connaissent d'autre industrie que celles de la vie pastorale. Plusieurs d'entre elles sont adonnées au pillage. Ces diverses tribus appartiennent à la même race, et se donnent le nom national de Danakiles, leur langue diffère de l'arabe, de l'abyssin moderne, de l'éthiopique et de la langue des Gallas; c'est pourtant de cette dernière qu'elle se rapproche le plus.

» En général, les Danakiles sont de belle taille, bien musclés et fortement constitués: leur teint est cuivré plutôt que noir, et les traits de leur visage ne les rapprochent nullement des nègres. Leur front est large et haut; ils ont le nez presque aquilin, la bouche bien taillée, et leurs lèvres ne sont pas épaisses comme celles de la race noire proprement dite...

» La végétation du pays d'Adel est très bornée, on y voit quelques gummifères, des aloès, et surtout des agaves filamenteuses dont les naturels font de très bonnes cordes...

» Lorsque, après avoir traversé l'Awache, on entre dans le royaume de Choa, l'aspect du pays change complétement. Des montagnes qui s'élèvent en amphithéâtre, présentent de tous côtés une végétation vigoureuse, et la régularité des cultures annonce que l'homme a su mettre à profit la fertilité du sol. Aux chaleurs dévorantes du désert qu'on vient de quitter, a succédé un climat tempéré, plus agréable même que le climat de la basse Égypte, si justement vanté.

» Les provinces qui obéissent au roi de Choa forment une contrée à peu près circulaire, ayant 100 lieues environ de diamètre, enclavée entre le royaume de Gondar qui la borne au nord; le royaume de Zingiro, la province de Caffa qui lui sont contiguës au sud-ouest; le Nil dont les eaux forment sa frontière occidentale; les montagnes habitées par les Aroussis ou Itou-Gallas au sud; et le pays des Adels à l'est.

» La richesse de ce pays est toute dans son agriculture. Les deux saisons de pluies qui règnent périodiquement chaque année, permettent aux habitants de faire par an deux moissons de céréales. Les grandes pluies com-

mencent vers le milieu du mois de juin, elles durent deux mois et demi, trois au plus, et se terminent dans les premiers jours du mois de septembre. Les deux premiers mois la pluie tombe jour et nuit, comme par torrents : elle est quelquefois accompagnée d'une grosse grêle; le tonnerre ne cesse de se faire entendre.

» Les petites pluies commencent aux premiers jours de janvier dans l'est. L'époque de leur apparition varie sur les différentes parties de la surface du pays; elles durent de 15 à 20 jours : ce sont des averses qui tombent par intervalles.

» La plus précieuse des productions du royaume de Choa est le coton arbuste; celui qu'on y cultive est de la variété dite *courte soie*, mais d'une qualité supérieure; les étoffes qui en sont faites offrent une souplesse soyeuse qu'on ne rencontre jamais dans les tissus de coton manufacturés en Europe. La culture de ce coton est aujourd'hui bornée aux besoins de la consommation locale; si des rapports commerciaux avec les étrangers l'exigeaient, on pourrait l'étendre dans de très grandes proportions.

» D'après les informations que j'ai recueillies, dit M. Rochet, la population totale du royaume de Choa paraît s'élever à 1,500,000 âmes. Les Gallas en forment la partie la plus considérable; puis viennent les chrétiens, et enfin les musulmans de même race que ceux-ci, mais qui descendent des habitants d'Éfate-Argoula, que le conquérant Saumalis (Mahamet Gragne) convertit par la force à l'islamisme, lorsqu'il envahit l'Abyssinie, au commencement du XVI^e siècle.

» Il est difficile à un Européen de déterminer les différences physiques qui distinguent les Gallas des Abyssins proprement dits, ou Amharas : ceux-ci, néanmoins, reconnaissent tout de suite un Galla à son aspect.

» Les Amharas appartiennent à une magnifique race : leurs hommes sont en général de haute taille et de constitution vigoureuse; leur teint est cuivré, mais leurs traits sont réguliers, et de grands yeux noirs étincelants animent leur physionomie : ils ont en général le front d'une belle forme et couronné d'une épaisse chevelure bouclée.

» La race galla est fort belle : son arrivée en Abyssinie ne remonte pas à une époque fort éloignée; elle paraît y être venue du Zenguebar, province habitée encore aujourd'hui par quelques-unes de ses tribus. Du reste, il est douteux qu'elle soit originaire du continent africain. En effet, une vieille tradition répandue parmi les Gallas, les représente comme ayant traversé deux mers, une petite, l'autre grande, avant d'avoir touché aux côtes de

l'Afrique; ces deux mers sont probablement le golfe Persique et l'Océan indien. Leurs caractères physiques n'ont rien qui répugne à cette supposition. »

Le Mémoire de M. Rochet est terminé par une Notice sur deux végétaux qu'on trouve dans le royaume de Choa : l'un, désigné par les habitants sous le nom d'*Indote,* fournit un fruit féculent, que l'on broie pour en former une pâte que l'on emploie aux mêmes usages que le savon; l'autre, le coussolier (*Banksia abyssinica*), porte une fleur que l'on emploie avec succès contre le tœnia. M. Rochet a apporté une quantité de ces fleurs suffisante pour permettre de répéter les expériences en France, et il annonce qu'elles sont entièrement à la disposition de MM. les membres de la Commission.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Sur le poids atomique de l'urane; par* M. **Eug. Péligot.**

« L'urane, bien que connu depuis plus d'un demi-siècle, n'a été l'objet jusqu'ici que d'un petit nombre de recherches : les propriétés de ce métal sont mal définies et cependant il offre plusieurs particularités très dignes de fixer l'attention des chimistes.

» Ayant à ma disposition une assez grande quantité d'uranite, que je dois à l'obligeance de M. de Fontenay, propriétaire à Autun, j'ai entrepris d'étudier les principaux composés que peut produire ce corps : on sait que l'uranite d'Autun est un phosphate double d'urane et de chaux qui, par sa composition assez simple, se prête mieux que tout autre produit naturel à l'extraction de ce métal.

» D'après les expériences d'Arfwedson, confirmées par celles de M. Berzélius, le poids atomique de l'urane est représenté par le nombre 2711,3 « Ce métal, dit M. Berzélius, a deux oxides dans lesquels les multiples » d'oxigène sont 2 et 3. On a tout lieu de regarder ces oxides comme $U + O$ et » $2U + 3O$, parce que l'urane, quoiqu'il n'ait pas une très grande pesanteur » spécifique, possède le poids atomique le plus fort. »

» Comme ce poids atomique a été fixé sans qu'on ait fait intervenir l'analyse d'un seul des sels formés par ce métal, j'ai pensé qu'il était nécessaire, en commençant ces recherches, de déterminer la composition élémentaire de quelques-uns d'entre eux : l'acétate de peroxide d'urane m'a paru offrir

les conditions qu'on doit rechercher dans un sel destiné à la détermination d'un poids atomique : ce sel cristallise en petits prismes isolés, transparents, faciles à purger de leur eau-mère ; ses caractères physiques ne peuvent laisser aucun doute sur son homogénéité.

» L'analyse de ce sel a donné (1) :

	1re expérience.	2e expérience.
Carbone..............	11,27	11,30
Eau.................	21,60	21,16
Peroxide d'urane.......	67,30	

» La détermination du carbone et de l'eau a été faite en employant les procédés indiqués par MM. Dumas et Stas pour arriver à la détermination précise des éléments organiques.

» Or, en admettant que le sel analysé contient 1 équivalent d'acide acétique et 2 équivalents d'eau, et en partant du poids atomique du carbone de MM. Dumas et Stas pour rechercher, par le calcul, celui de l'oxide d'urane, on trouvera que ce poids peut être représenté par le nombre 1800, ainsi que l'exprime la formule suivante :

C^8.....................	300,0	11,26
H^{10}.....................	62,5	21,09
O^5.....................	500,0	
Oxide d'urane...........	1800,0	67,65
	2662,5	100,00

» Comme il est très probable, à cause des analogies, que cet acétate doit contenir une base renfermant 100 parties d'oxigène, le poids atomique de l'urane, si ces expériences sont exactes, devrait être représenté désormais par le nombre 1700.

---

(1) Voici les données des analyses :

1re analyse.	2e analyse.
2,000 acétate d'urane	1,413 acétate d'urane
0,433 eau	0,586 acide carbonique
0,827 acide carbonique	0,309 eau.
0,854 acétate d'urane	
0,575 oxide jaune.	

» La formule du sel analysé serait donc

$$C^8H^6O^3, UO, 2HO;$$

tandis que, d'après M. Berzélius, elle est représentée par

$$3(C^8H^6O^3, 2HO)U^2O^3.$$

» Je dois faire remarquer d'ailleurs que cette dernière formule exige que 100 d'acétate fournissent 68,8 d'oxide d'urane, 10,8 de carbone et 21,4 d'eau, nombres qui s'écartent trop de ceux fournis par l'expérience directe pour qu'il soit possible de les adopter sans faire intervenir des raisons qui n'existent pas dans la circonstance actuelle.

» L'analyse de l'azotate d'urane cristallisé conduirait aux mêmes conséquences : la composition de ce sel, dont j'ai déterminé directement l'azote, l'eau et l'oxide d'urane, serait représentée par la formule

$$AzO^5, UO, 6HO.$$

» Si le peroxide d'urane est UO, le protoxide sera probablement U^2O. L'urane offrirait donc le même rapport dans ses degrés d'oxidation que le cuivre.

» La composition du protoxide, qui a été établie directement par Arfwedson en réduisant cet oxide par l'hydrogène, ne s'accorde pas, il est vrai, avec cette supposition : ce chimiste a trouvé que 100 d'urane y sont combinés avec 3,55 d'oxigène, tandis que, d'après le poids atomique déduit des analyses précitées, 100 d'urane devraient prendre 2,90 d'oxigène.

» Mais Arfwedson remarque lui-même que ses expériences laissent beaucoup à desirer: il n'est pas probable que ce chimiste ait obtenu le protoxide d'urane pur; car ce corps offre une grande tendance à se suroxider, et il ne paraît pas qu'Arfwedson ait tenu compte de cette circonstance.

» En outre, la composition assignée par ce même chimiste au peroxide s'accorde assez bien avec celle qui résulte de la modification que je propose pour le poids atomique du métal. En effet, 100 d'urane sont combinés avec 5,53 d'oxigène dans le peroxide, si l'on admet l'ancien poids atomique: avec le nouveau, 100 d'urane prennent 5,80 d'oxigène pour produire le même corps.

» J'espère d'ailleurs présenter bientôt à l'Académie un travail sur l'urane, dans lequel ces diverses questions seront directement résolues. »

CORRESPONDANCE.

La séance devant être abrégée en raison du Comité secret pour la discussion des titres des candidats à la place vacante dans la section de Physique, la lecture de la Correspondance est renvoyée à la séance prochaine qui aura lieu le mercredi 5 mai.

L'Académie accepte le dépôt de trois paquets cachetés présentés, l'un par M. **Coste**, et annoncé dans sa Note sur les polypiers fluviatiles;

L'autre par MM. **Gaultier de Claubry** et **Brunet**;

Le troisième enfin par M. **Viollet**.

A 4 heures ½ l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

Dans le comité secret, l'Académie a discuté le mérite des candidats présentés lundi dernier par la section de Physique. Ces candidats sont :

M. Despretz;
M. Cagniard-Latour;
MM. Péclet et Peltier (*ex æquo*);
M. Lechevalier.

La nomination aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures. A.

ERRATA. (Séance du 19 avril 1841.)

Page 678, ligne 26, *au lieu de* inclinaisons, *lisez* déclinaisons.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 16, in-4°.

Leçons de Botanique, comprenant principalement la Morphologie végétale, la Terminologie, la Botanique comparée, l'examen de la valeur des caractères dans les diverses familles naturelles; par M. AUGUSTE DE SAINT-HILAIRE; 1841, in-8°.

Recueil de la Société Polytechnique; mars 1841, in-8 .

Éloge de Pierre Robiquet; par M. BUSSY. (Extrait du *Journal de Pharmacie,* avril 1841.) In-8°.

Revue critique des Livres nouveaux; rédigée par M. CHERBULIEZ; n° 4, 1841, in-8°.

Revue encyclopédique; mars 1841, in-8°.

Théorie complète de l'Arithmétique; par M. SAUTEYRON, 3e édition, in-8°.

Note sur un moyen de traiter les Eaux publiques avec de la laine; par M. GRIMAUD DE CAUX; une feuille in-fol.

Bulletin général de Thérapeutique médicale et chirurgicale; 15—30 avril 1841, in-8°.

Bulletin des sciences physiques et naturelles en Néerlande; année 1840, 2e livraison; Utreckt, in-8°.

Monographia generum Aloes et Mesembryanthemi; auctore JOSEPHO, principe de SALM-RESFFERSCHEID-DYCK; fasciculus 3; Dusseldorf, in-4°.

Constitution... *Constitution de l'Institut national pour l'avancement des Sciences, établi à Washington;* mai 1840, broch. in-8°.

Discourse... *Discours sur le but et l'importance de l'Institut national de Washington, lu dans le 1er anniversaire; par* M. SOEL R. POINSETT; broch. in-8°.

Tijdschrift... *Annales des Sciences naturelles et de Physiologie;*

par MM. VANDER-HOEREN et DEVRIÈSE; 8ᵉ vol., 1ᵉʳ cahier; Amsterdam, 1841, in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome 9, n° 17, in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n° 49—51.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 199, in-8°.

La France industrielle; jeudi 22 avril 1841.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MERCREDI 5 MAI 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« M. **Biot**, qui avait demandé la parole pour une lecture, se borne à énoncer le sujet d'un Mémoire qu'il communiquera à l'Académie dans sa séance prochaine, si elle veut bien lui accorder son attention. Ce travail a pour but de faire connaître un nouveau mode de polarisation, auquel M. Biot donne le nom de *polarisation lamellaire*, parce qu'il résulte d'une action spéciale exercée sur la lumière par les lames superposées de certains systèmes cristallins. Cette action, distincte de la double réfraction moléculaire, en est aussi indépendante; pouvant lui être, comme ne lui être pas associée; et pouvant aussi exister, ou ne pas exister simultanément avec elle, dans un même cristal. »

HISTOIRE DE L'ALGÈBRE. — *Note sur la nature des* opérations algébriques (*dont la connaissance a été attribuée, à tort, à Fibonacci*). — *Des droits de* Viète *méconnus. Par* M. **Chasles**.

« L'introduction de la *notation littérale*, pour les quantités *connues*, dans le *calcul algébrique*, est un fait du plus haut intérêt sous le point de

vue historique et mathématique, puisqu'il a marqué l'origine et le point de départ de grandes découvertes modernes. Il est donc important que les géomètres soient bien fixés sur ce point important de la science. Il m'a semblé que les opinions exprimées à ce sujet dans un ouvrage publié il y a peu d'années, pourraient induire en erreur, et que les géomètres français surtout devaient ne pas leur donner, en quelque sorte, une apparence d'approbation, par leur silence, puisqu'elles auraient pour résultat de dépouiller Viète de la gloire qui lui a été reconnue jusqu'ici unanimement, comme inventeur de la *logistique spécieuse*, ou *algèbre littérale*.

» C'est cette considération qui m'a porté à soumettre à l'Académie les observations suivantes sur la nature des *opérations algébriques*, et sur les droits de Viète méconnus dans l'ouvrage dont je viens de parler. Cet ouvrage est l'*Histoire des Sciences mathématiques en Italie* de M. Libri. Je vais d'abord citer, intégralement, le passage de cet ouvrage sur lequel doivent porter mes observations.

« Souvent lorsqu'il (Fibonacci) veut exprimer des quantités, sans leur » assigner une valeur numérique, il les représente par des lignes; quel- » quefois il indique, comme on le fait en géométrie, chacune de ces li- » gnes par deux lettres placées aux deux extrémités. Mais souvent aussi » il les désigne par une seule lettre, et puis il fait sur ces lettres des *opé-* » *rations algébriques* comme si elles étaient des quantités abstraites, *de la* » *même manière absolument que cela se fait à présent.* Quelquefois il » emploie des lettres pour exprimer des quantités indéterminées (connues » ou inconnues) sans les représenter par des lignes. On voit ici comment » les modernes ont été amenés à se servir des lettres de l'alphabet (même » pour exprimer des quantités connues) long-temps avant Viète, à qui » on a attribué, à tort, une notation qu'il faudrait peut-être faire remonter » jusqu'à Aristote, et que tant d'algébristes modernes ont employée avant » le géomètre français. Car, outre Léonard de Pise, Paciolo et d'autres géo- » mètres italiens firent usage des lettres pour indiquer des quantités con- » nues, et c'est d'eux, plutôt que d'Aristote, que les modernes ont appris » cette notation. » (Tome II, page 33-35.)

« Il est tout-à-fait inexact, mathématiquement parlant, de dire que Fibonacci fait sur des lettres des *opérations algébriques, de la même manière absolument que cela se fait à présent*; c'est confondre deux choses essentiellement différentes, le *raisonnement* sur des lettres, et le *calcul* exécuté ou figuré sur ces lettres; c'est confondre l'algèbre *numérique*, la seule cul-

tivée par Fibonacci (1), avec l'algèbre *spécieuse* ou *littérale*, inventée par Viète et en usage *à présent:* grande et admirable invention, qui a changé la face des sciences mathématiques, et est devenue, par l'art des *transformations algébriques*, un si puissant auxiliaire de l'esprit humain.

» Pour prouver que Fibonacci n'a point fait des *opérations algébriques de la même manière absolument que cela se fait à présent*, je vais dire ce qu'a fait Fibonacci, et ce qu'on entend par *opérations algébriques*.

» De tout temps, chez les Grecs, chez les Latins, et de même chez les modernes, on s'est servi de signes abstraits, tels que les lettres de l'alphabet, dans le raisonnement, pour désigner des objets, soit tout-à-fait indéterminés, soit ayant entre eux certaines relations de position, d'ordre ou de grandeur. Les géomètres surtout ont fait usage de ces signes; on les trouve notamment dans les livres V, VII, VIII, IX et X des *Éléments* d'Euclide (2); dans le traité *De numero Arenæ*, où elles servent à Archimède pour démontrer l'analogie entre les deux fameuses proportions arithmétique et géométrique; et dans les *Collections mathématiques* de Pappus, pour la démonstration de nombreux théorèmes arithmétiques (3). Vers la fin du XII^e siècle, Jordan Nemorarius a suivi cette notation dans ses ou-

---

(1) L'Algèbre de Fibonacci forme le quinzième et dernier chapitre de son *Traité d'Arithmétique*, composé en 1202 sous le nom d'*Abbacus*. Cet ouvrage est resté manuscrit. Ed. Bernard s'était proposé d'en publier la partie algébrique; mais son projet n'a pas reçu d'exécution, et c'est à M. Libri que l'on doit d'avoir mis au jour cet ancien traité d'Algèbre dans son *Histoire des Sciences mathématiques en Italie*, t. II, p. 305-479. C'est une copie prise sur un manuscrit de la Bibliothèque Magliabechiana de Florence que ce savant a éditée. Il est à regretter qu'il n'ait pas su qu'il existait à Paris même trois copies de cette Algèbre de Fibonacci (Mss 7225 A et 7367 de la Bibliothèque royale, et 1256 de la Bibliothèque Mazarine); car elles sont toutes les trois plus correctes que celle de la Bibliothèque de Florence.

J'ai déjà signalé ailleurs ces trois manuscrits, qui offrent de l'intérêt sous d'autres rapports. (Voir *Catalogue des Manuscrits de la Bibliothèque de Chartres;* 1840, in-8°, p. 46.)

(2) On voit, en marge, dans les éditions d'Euclide, des lignes auxquelles s'appliquent ces lettres; mais ces lignes n'ont pour objet que d'aider la mémoire en montrant aux yeux la grandeur relative des quantités représentées par les lettres; et les raisonnements de l'auteur sont généraux, quelles que soient ces quantités, nombres, lignes, surfaces, etc. (*Voir* la préface de David Grégory mise en tête de son édition des œuvres d'Euclide).

(3) *Pappi Alexandrini secundi libri Mathematicæ Collectionis fragmentum, editum a Wallisio* (*Opera mathematica*, t. III, p. 597-614).

vrages, et d'une manière bien remarquable (1). Il l'avait empruntée, probablement, des Éléments d'Euclide. Les Arabes ont fait le même usage des lettres, et les Européens qui les ont eus pour maîtres, les ont imités dès le XII^e siècle. Jean Hispalensis nous en donne un exemple dans son Traité d'Algorisme (2). C'est aussi ce qu'a fait Fibonacci dans plusieurs passages de son *Abbacus;* et en cela il n'a pas la priorité que lui suppose M. Libri; il n'a pas non plus l'avantage d'avoir fait mieux que ses contemporains, car le plus souvent il se sert de deux lettres pour exprimer une même quantité, que Jordan, au contraire, exprime presque toujours par une même lettre; ce qui est la véritable *notation algébrique* et ce qui était le premier acheminement vers la grande conception de Viète.

» Je dis *notation*, et non pas *opération*, ni *calcul;* car il faut bien remarquer à quoi se réduit ici l'usage des lettres: à représenter des quantités connues ou inconnues et à *raisonner* sur ces quantités, ainsi qu'on le ferait sur d'autres signes quelconques, tels que des mots, comme Pierre, Paul etc. Mais après le raisonnement, en mathématiques, vient l'application, vient le calcul. Or le calcul, Fibonacci n'a su le faire que sur des *nombres*, comme tout le monde, et nullement sur des *lettres*, tel qu'on le fait *à présent* sous le nom d'*opérations algébriques*. Car, en se servant de lettres, Fibonacci s'en tient au raisonnement, et jamais il ne les fait entrer dans une formule figurée; jamais il n'exprime au moyen des seules quantités *littérales* proposées les opérations successives qu'on aurait à effectuer sur ces quantités pour résoudre la question; ces opérations, il ne sait les décrire qu'en langage ordinaire, et leurs résultats partiels, il les représente par d'autres lettres auxiliaires, étrangères aux données et aux inconnues de la question; *ce qui est essentiellement contraire à l'esprit de l'algèbre de Viète*. Ainsi, faut-il exprimer le produit des deux quantités a, b, pour l'introduire dans les raisonnements subséquents, Fibonacci représentera ce produit par une troisième lettre. Et ainsi de même pour la moindre combinaison de deux quantités (3).

---

(1) Le *Traité d'Algorisme*, l'*Arithmétique spéculative*, le livre *De numeris datis*, qui roule sur la résolution des équations du second degré, et le livre *De ponderibus*.

(2) *Voir* Mss. 7359 *anc. fonds*, et 972, 981, *fonds de Saint-Victor* de la Bibliothèque royale, et 1258 de la Bibliothèque Mazarine.

(3) Voici un exemple de cet usage des lettres, qu'on vante si fort dans Fibonacci; nous le choisissons parmi ceux qui se rapprochent le plus de la notation algébrique, dans ce sens que l'auteur s'y sert d'une seule lettre pour exprimer une quantité, que, le plus généralement, il désigne par deux lettres, comme une ligne en géométrie.

Fibonacci ayant à démontrer la propriété générale de deux nombres quelconques

» Fibonacci et ses prédécesseurs ne possédaient donc aucun moyen de faire entrer directement les quantités littérales dans le calcul, et de figurer avec ces seules quantités les détails des différentes opérations à exécuter. Or, c'est là ce qu'on fait *à présent*; c'est là ce qu'on appelle *opérations algébriques*; c'est là l'invention de Viète. C'est cet art qu'il avait appelé avec raison *logistique spécieuse*, ou *calcul des symboles*, par opposition à la *logistique numérique* de l'ancienne analyse qui, ne s'exerçant que sur des nombres, était la cause, comme le dit Viète, du peu de progrès qu'avait fait l'analyse des Anciens (1). Cette *logistique spécieuse* était donc un *calcul* nouveau, absolument inconnu auparavant, et qui assure à Viète une gloire qu'on ne pourra ni altérer, ni lui ravir (2).

---

a, b, que nous exprimons par la formule algébrique $a^2 + b^2 = ab\left(\frac{a}{b} + \frac{b}{a}\right)$, ne figure algébriquement ni les carrés de a et b, ni le produit ab, ni les rapports $\frac{a}{b}$, $\frac{b}{a}$; il représente ceux-ci par deux nouvelles lettres d et g, en exprimant les autres en langage ordinaire, et il fait entrer ces deux lettres auxiliaires dans l'énoncé du théorème qu'il démontre; il dit : *Le produit des deux nombres* a *et* b, *multiplié par la somme des nombres* d *et* g, *sera égal à la somme des carrés des deux nombres* a *et* b. « Ex a in b ducto in conjunctum ex numeris g, d, proveniet summa quadratorum ex numeris a, b. » (*Voir* Libri, t. II, p. 369-370. — Mss. 7225 A et 7367 de la Bibliothèque royale, et 1256 de la Bibliothèque Mazarine.)

Assurément ce n'est pas là ce qu'on entend par *opérations algébriques*. Du reste, c'est là ce qu'on trouve chez les anciens, notamment dans Euclide et Pappus.

(1) Forma autem Zetesin ineundi ex arte propriâ est, non *in numeris* suam logicam exercente, quæ fuit oscitantia veterum analystarum, sed per Logisticem *sub specie* noviter inducendam, feliciorem multo et potiorem numerosa ad comparandum inter se magnitudines. (*In artem analyticem Isagoge*, cap. I.)

(2) M. Lacroix, dont l'autorité est si grande en pareille matière, a parfaitement apprécié la différence qui existe entre l'*Algèbre ancienne* et l'*Algèbre de Viète*. Après avoir dit que Diophante ne fait usage de signes que pour désigner les inconnues et indiquer la *soustraction*, et que tous ses raisonnements se font en langage ordinaire, ce célèbre professeur ajoute ce qui suit : « Que l'on remonte aux algébristes qui ont succédé à Diophante, à commencer par Léonard de Pise, qui enseigna cette science en Europe dès le XIII[e] siècle, d'après les écrits des Arabes, *on n'y trouvera pas autre chose*. Mais les principes pour découvrir les inconnues n'étaient plus aussi simples que ceux dont Diophante faisait usage; on avait eu recours à des considérations géométriques et à des figures, parce qu'on n'osait se reposer sur des conclusions tirées de la seule combinaison des signes, ou du calcul qui en dérive.....

» Viète ayant senti que les raisonnements qui servaient à découvrir la série d'opérations

» On concevra quelle immense distance il y a, sous ce rapport, entre Viète et Fibonacci, en considérant que les plus célèbres analystes italiens du XVI[e] siècle, tels que Cardan et Tartalea, non-seulement ont ignoré cet art, créé quelques années après par Viète, mais n'ont pas même fait usage, dans leurs ouvrages, des *signes* et de la *notation littérale* dont se servaient déjà d'autres géomètres (1), et qui étaient les préliminaires de cette grande conception de Viète.

» J'insiste ici sur le nom de Viète, parce que c'est à ses dépens que M. Libri, méconnaissant ses droits incontestables, ainsi que la nature et le mérite de sa conception, veut fonder la gloire de Fibonacci. Il ne se borne pas à attribuer au géomètre de Pise la connaissance des *opérations algébriques;* il ajoute qu'on a attribué à tort au géomètre français une notation dont les géomètres italiens se servaient avant lui. M. Libri avait déjà exprimé une pensée semblable dans son premier volume (p. 99), où il dit : « Nous prouverons dans la suite de cet ouvrage que, même chez les modernes, on avait employé les lettres pour indiquer les inconnues longtemps avant Viète, à qui il faudrait cesser d'attribuer cette invention. »

» Dans ce passage, comme dans celui cité au commencement de cette Note, l'auteur dénature l'invention de Viète, en faisant supposer qu'elle consiste dans l'emploi de *lettres* pour représenter les quantités connues ou

---

» à effectuer sur les données du problème, pouvaient être rendus indépendants de ces » données, en empêchant celles-ci de se mêler et de se fondre, pour ainsi dire, les unes » avec les autres, par les calculs arithmétiques, étendit à la désignation des quantités » connues l'usage des lettres, adopté, à ce qu'il paraît, avant lui, pour celle des inconnues seulement. Cette innovation fit faire un grand pas à la science; et Descartes, par » sa notation des *exposants*, compléta, etc. » (*Essais sur l'Enseignement en général, et sur celui des Mathématiques en particulier,* 4[e] édition, p. 247 et 248.)

(1) Stifelius, *Arithmetica integra;* Norimbergæ, 1544, in-4°. — Scheubelius, *Algebræ compendiosa descriptio*; Basileæ, 1550, in-folio (cum Euclidis VI libris prioribus), et Parisiis, 1552, in-4°. — Peletier, du Mans, l'*Algèbre départie en deux livres;* Lyon, 1554, in-8°; réimprimé, en latin, sous le titre : *De occulta parte numerorum, quam Algebram vocant;* Parisiis, 1560, in-4°. — Record, *Whetstone of Wit* (i. e. *cos ingenii*); London, 1557. — Forcadel, L'*Arithmeticque;* Paris, 1557, in-4°. — J. Butéon, *Logistica, quæ et Arithmetica vulgo dicitur, in libros quinque digesta;* Lugduni, 1559, in-8°. (Le *privilége* est de janvier 1553.)

Il n'est pas hors de propos de remarquer ici que ce n'est pas seulement dans son *algèbre* que Scheubel s'est servi des signes $+$, $-$ et $\sqrt{}$, mais qu'il en a fait un usage pratique et fréquent dans ses commentaires sur les six premiers livres d'Euclide.

inconnues, et en ajoutant qu'il faut cesser d'attribuer à Viète cette notation qui était connue de Fibonacci. Or, ce n'est pas là l'invention qu'on attribue à Viète; car on n'ignore pas, quoique M. Libri passe sous silence ces faits scientifiques si importants dans la question qu'il traite, on n'ignore pas, dis-je, qu'Euclide, Archimède, Pappus, Jordan, Maurolycus (1), et beaucoup d'autres, raisonnaient sur des lettres exprimant des quantités déterminées ou indéterminées; on sait bien qu'en algèbre, Diophante représentait les inconnues par des symboles, comme le dit Viète lui-même (2): on sait aussi que Stifel, Peletier et Butéon les ont représentées plus simplement par les lettres de l'alphabet (3). Ce n'est donc pas là ce qu'on attribue à Viète; ce n'est ni d'avoir raisonné sur des symboles abstraits, ni même d'avoir exprimé les *inconnues* d'une question par des lettres, comme le dit M. Libri. Mais on lui attribue d'avoir substitué, dans le *calcul algébrique*, des *lettres* aux quantités *connues* qui, jusque-là, avaient été exprimées en *nombres*; c'est donc d'avoir, le premier, figuré des *calculs virtuels* avec des *lettres*, calculs qu'on ne savait faire qu'avec des *nombres*; c'est d'avoir créé les *expressions* et les *formules algébriques*, et cet art des *transformations* qui équivalent à de longs et pénibles raisonnements auxquels l'esprit humain ne pourrait suffire; enfin, c'est d'avoir créé ce qu'on appelle aujourd'hui *l'algèbre* ou *calcul des symboles*. Tous les mathématiciens sont d'accord sur ce point: tous, et ceux même d'une nation où Viète a eu d'illustres imitateurs, chez qui sa gloire a souvent excité une émulation jalouse, lui ont rendu justice et ont reconnu et proclamé cette gloire si grande et si enviée. Qu'on me permette de rapporter leurs propres paroles.

» Halley s'exprime ainsi: « Ac quidem ingens ille Algebræ hodiernæ re-

---

(1) *Arithmeticorum libri duo*; Venetiis, 1575, in-4°.

(2) Zeteticem autem subtilissimè omnium exercuit Diophantus in iis libris qui de re arithmeticâ conscripti sunt. Eam verò tanquam per numeros, non etiam per *species, quibus tamen usus est*, institutam exhibuit, quò sua esset magis admirationi subtilitas et solertia, quando quæ Logistæ numeroso subtiliora adparent, et abstrusiora, ea utique specioso familiaria sunt et statim obvia. (*In artem analyticem Isagoge*, cap. V, 14.) — Outre ces *symboles* (*species*), on sait que Diophante se servait du signe *moins* ainsi figuré ↑.

(3) Wallis (*Algebra*, p. 69) et Hales (*Analysis æquationum*, p. 1), ont cité Butéon, pour sa notation littérale dans le cas de plusieurs inconnues. Ces deux géomètres ont ignoré que Stifel et Peletier lui étaient antérieurs dans cet important perfectionnement de la théorie des équations algébriques.

» pertor ac restaurator franciscus Vieta, annis abhinc circiter centum,
» methodum generalem aperuit pro educendis radicibus ex æquatione qua-
» libet.... Hujusque vestigiis insistentes Harriottus, Oughtredus, aliique,
» tam nostrates quam extranei, quæcunque de hac re scriptis mandarunt,
» a Vieta desumpta debent agnoscere. » (*Transact. philos.*, n° 210, ann. 1694, p. 136.)

» Walter Warner, l'ami d'Harriot et l'éditeur de son Traité d'Algèbre, s'était déjà prononcé aussi explicitement, en ces termes : « Vir clarissimus
» (Vieta) ob insignem in scientiis mathematicis peritiam Gallicæ gentis de-
» cus..... non tam eam Analyticen restitutam quam propriis inventionibus
» auctam et exornatam, tanquam novam et suam nobis tradidisse videtur.....
» Magnus ille in Analyticis architectus..... Novam artem potius, ut dictum
» est, magna saltem ex parte fecisse, quam veterem restituisse non imme-
» rito censendus est. » (*Artis analyticæ praxis Tractatus;* in Præfat.)

» Un célèbre historien moderne, compatriote des deux géomètres dont nous venons de rapporter le témoignage, a apprécié avec la même impartialité et une parfaite justesse la nature et le mérite des inventions analytiques de Viète. M. Hallam s'exprime ainsi dans son *Introduction to the Literature of Europe during the Middle Ages*: « L'homme
» qui, dans le cours de cette période (de 1550 à 1600), fit le plus d'hon-
» neur à la France, *on peut même dire à la science de l'analyse en géné-*
» *ral*, fut François Viète..... Cardan, Lucas de Burgo, Léonard de Pise
» lui-même, se servent parfois de lettres pour exprimer des nombres in-
» déterminés; mais ce fut Viète qui, *le premier*, les employa comme sym-
» boles généraux de quantités, et qui forma ainsi en un système les élé-
» ments épars de l'analyse spécieuse: aussi le regarde-t-on, *avec raison*,
» comme le *fondateur* d'une science qui, par l'étendue de son application,
» a fait descendre les anciens problèmes de l'algèbre purement numérique
» au rang des questions élémentaires et presque puériles..... Il serait assez
» naturel de supposer que cette amélioration, graduellement préparée par
» d'autres, avait pu se présenter à l'esprit de Viète simplement comme un
» moyen d'éviter l'embarras des opérations arithmétiques dans la résolu-
» tion d'un problème. Mais si l'on se reporte à son Traité intitulé : *De arte*
» *analytica Isagoge*, ou seulement à la première page de ce Traité, on
» ne pourra, je crois, s'empêcher de reconnaître que l'auteur lui-même
» envisageait son invention sous un point de vue plus scientifique. Il l'ap-
» pelle *logistique spécieuse*, par opposition à la *logistique numérique* de l'an-
» cienne analyse.... De quelque manière que *cette grande invention* ait été

» suggérée à l'esprit de Viète, *elle a changé entièrement le caractère de* » *la science* (1). »

» M. Hallam ne s'est pas borné à apprécier l'originalité et la haute portée scientifique de la conception de Viète; il a défendu, par une critique judicieuse, la gloire de ce géomètre contre les prétentions élevées par M. Libri en faveur de Fibonacci. Nous sommes heureux de voir que le jugement porté par ce savant écrivain sur ce point délicat de doctrine mathématique, confirme nos propres opinions : « M. Libri, dit-il, paraît s'être *exagéré* » (*to have over-rated*) l'importance de cet emploi des lettres pour désigner » des quantités connues ou inconnues, emploi qu'il a trouvé dans Aristote » et dans plusieurs des modernes, et avoir en conséquence *déprécié le* » *mérite réel de Viète* (*to have depreciated the real merit of Vieta*) (2). » Puis, après avoir rapporté le passage de M. Libri relatif à la question, M. Hallam continue ainsi : « Mais il y a assurément loin de l'usage d'une » courte expression symbolique pour des quantités particulières, comme » M. Libri l'a remarqué dans Aristote, ou même de l'emploi *partiel* de » lettres pour désigner des quantités connues, comme dans les algé- » bristes italiens, à la méthode introduite par Viète, pour l'exposition » des rapports généraux par l'usage exclusif des lettres. La gloire de Viète » ne saurait souffrir beaucoup de ce que Tartaglia et Cardan, et même, » à ce qu'il paraît aujourd'hui, Léonard de Pise, auraient fait quelques » pas vers son invention; surtout quand on voit qu'il comprenait parfai- » tement l'importance scientifique de sa propre *logistique spécieuse* (3). »

» Je me suis expliqué sur les prétendues *opérations algébriques* attribuées à Fibonacci, et sur la nature de la grande invention de Viète, qui me paraissait méconnue dans le passage cité au commencement de cette Note. Il me reste à dire quelques mots au sujet d'Aristote et de Pacioli qui, comme Fibonacci, sont en quelque sorte opposés à Viète. M. Libri avait

---

(1) *Littérature de l'Europe, de* 1550 *à* 1600; chap. VIII, sect. 1.

(2) *Ibid.*

(3) Kastner, dans son *Histoire des Mathématiques,* et notre illustre Fourier, ont reconnu aussi la nouveauté et le mérite de l'invention de Viète : « L'algèbre, dit » Kastner, après avoir fourni des énigmes amusantes aux *Cossistes,* devint la logique de » l'invention géométrique. » (*Geschichte der Mathematik,* t. I, p. 63.) — « L'algèbre, » suivant Fourier, n'était qu'un art ingénieux borné à la recherche des nombres; Viète » en montra toute l'étendue et substitua des expressions générales à des résultats parti- » culiers. » (Voir *Biographie universelle,* t. XLVIII, art. *Viète.*)

déjà dit dans son premier volume (page 98) : « Un fait *du plus haut inté-*
» *rêt*, et *qui a passé jusqu'à présent inaperçu*, c'est l'emploi que fait Aris-
» tote des lettres de l'alphabet pour désigner les quantités indéterminées. »

» Or voici ce qu'a fait Aristote, du moins dans les passages de ses *Questions de Physique* cités par M. Libri, car on trouve un pareil usage des lettres dans beaucoup d'autres endroits de ses nombreux ouvrages. Ayant à parler du mouvement des corps, Aristote a désigné la force, la masse, le temps et l'espace par les lettres α, β, γ, δ, et s'est servi de cette notation dans le discours. Mais il n'a fait aucun calcul sur ces lettres. Loin de là, ayant à raisonner sur une force et une masse sous-doubles des premières, il ne les a pas désignées en fonction des expressions α et β de celles-ci, ce qui serait rentré dans l'esprit de l'algèbre; mais il les a dénommées par deux autres lettres ε et φ (1).

» D'autres passages des *Phys. auscult.* sont analogues à celui-là : quelquefois ce sont des points ou des lignes, non figurés, qu'Aristote désigne par des lettres. Cette notation se trouve encore dans sa *Métaphysique* et dans ses *Analytiques*, où tous les raisonnements se font constamment sur des lettres. Mais il n'y a rien d'*algébrique* dans de pareils faits; aucun même ne se rapporte à l'arithmétique. Il semble donc qu'on peut se dispenser d'introduire le nom d'Aristote dans l'histoire de l'algèbre, et surtout qu'il n'y a pas lieu de dire, avec M. Libri, que cet usage de lettres, de la part du philosophe de Stagire, soit un fait *du plus haut intérêt*. En outre, ce fait n'était pas resté inaperçu, ainsi que le croit M. Libri; car on le trouve consigné dans l'*Essai sur l'histoire des Mathématiques* de M. Franchini, de Lucques (2). Il est même à remarquer que le passage du VI[e] livre des *Phys. auscult.*, cité par cet auteur et par M. Libri, l'avait déjà été textuellement par Fourier dans son *Mémoire sur le principe des vitesses virtuelles* (3), mais sous un autre rapport; car cet illustre géomètre s'est bien gardé d'y rien voir d'analogue aux travaux analytiques de Viète sur lesquels il a médité, et qu'il a appréciés avec la justesse et la profondeur qui caractérisent son esprit philosophique et mathématique.

» Du reste, il semble que personne n'a pu ignorer l'usage fréquent

---

(1) *Physicæ auscultationis* libri VIII. (*Voir* livre VII, chap. V, intitulé : *Quomodo inter se comparentur motus.*)

(2) *Saggio sulla storia delle Matematiche ;* Lucca, 1821, in-8°. (*Voir* p. 37.)

(3) Voir *Journal de l'École Polytechnique*, V[e] cahier, t. II, p. 21.

qu'Aristote a fait de la notation littérale pour désigner des objets indéterminés ; car tous les auteurs qui ont travaillé sur ses ouvrages, tels que Cicéron, Boèce, etc., ont fait un semblable usage des lettres.

» Quant à Pacioli, c'est d'une manière analogue au passage cité d'Aristote, qu'il fait usage de lettres dans un endroit de sa *Summa de Arithmeticâ*. Il suppose des masses sollicitées par des forces, et il désigne les unes et les autres par des lettres; mais il faut reconnaître que ce fait est absolument étranger au calcul algébrique; car ces masses et ces forces ont des valeurs numériques, et c'est sur ces nombres seuls que l'auteur fait les opérations arithmétiques, lesquelles, du reste, sont les plus simples possibles, car elles se réduisent à des rapports ou à des produits (1). Les lettres servent donc uniquement pour la facilité du discours, comme étant la dénomination des quantités sur lesquelles on raisonne, et non la valeur de ces quantités; aussi n'entrent-elles nullement dans le calcul, qui est tout numérique. Voilà le seul rôle que la *notation littérale* joue dans l'ouvrage de Lucas de Burgo, et encore n'est-ce que dans quelques passages, lesquels ne se rapportent pas même à l'algèbre. On peut dire que Lucas de Burgo est resté fort au-dessous d'Euclide, de Pappus, de Jordan, qui ont établi toutes leurs propositions *arithmétiques* sur des lettres, et dont le dernier a démontré et énoncé, sur ces symboles, les règles pour la résolution des équations du second degré. Lucas de Burgo n'a donc aucun titre pour être placé à côté de Viète, dans l'histoire de l'invention de la *logistique spécieuse*, surtout quand on passe sous silence, comme l'a fait M. Libri, à notre grand étonnement, les géomètres anciens que nous venons de nommer (2).

» Parmi les modernes, ceux qui nous paraissent avoir le plus approché, relativement, de l'invention de Viète, et qui peuvent mériter une mention dans l'histoire de cette grande découverte, sont, à des titres différents, d'un côté Stifel, Peletier et Butéon, et de l'autre Adrianus Romanus.

» Les trois premiers ont représenté les inconnues par les lettres A, B, C,... et leurs puissances au moyen de signes ou *exposants*. Le mot s'y

---

(1) *Summa de Arith.*, etc., *distinctio sexta;* tract. quintus; art. XV et XVI, folio 83, verso.

(2) Cossali qui, comme on sait, avait entrepris de dépouiller Viète de la gloire due à ses découvertes analytiques, au profit des géomètres italiens, avait déjà cité le passage de Lucas de Burgo, reproduit de nouveau par M. Libri, et avait passé sous silence les exemples nombreux et bien plus importants, de l'usage des lettres *en arithmétique*, qu'on trouve dans Pappus, Jordan, etc. (Voir *Origine ... dell' Algebra*, t. I, p. 47.)

trouve (1); et quoique ces *exposants* ne soient pas les chiffres de Descartes (2), mais des signes analogues, représentant les valeurs numériques de ces chiffres, cette double innovation, l'usage de lettres et d'exposants, était un perfectionnement notable dans la théorie des équations : car les algébristes italiens désignaient, dans le calcul même, les inconnues et leurs puissances par des mots (*cosa, censo, cubo, censo* de *censo, relato primo*, etc.) (3). Quand il y avait deux inconnues, ils appelaient la

---

(1) Stifel exprime en ces termes la règle des *exposants* dans la multiplication et la division des puissances : *Exponentes* signorum, in multiplicatione adde, in divisione subtrahe; tunc fit *exponens* signi fiendi. (*Arithmetica integra;* folio 236, verso. — *Voir* aussi l'Algèbre de Peletier.)

(2) Nonobstant une certaine observation de Wallis en faveur de Harriot (*Opera mathematica*, t. II, p. 137), Descartes est resté en possession incontestée de son ingénieuse notation des *exposants*, qui est devenue, en quelque sorte, une conception scientifique, par l'extension qu'elle a prise. Mais on a ignoré jusqu'ici, que cette notation est beaucoup plus ancienne, et qu'on la trouve dans un ouvrage mis au jour en 1520 et réimprimé en 1538, intitulé : *Larismethique* (sic) *nouvellement composée par maistre Estienne de la Roche dict Villefranche, natif de Lyon.* (Lyon, 1520, in-4°, 230 feuillets; et 1538, in-fol., 158 feuillets.) L'auteur y représente les puissances 2ᵉ, 3ᵉ, 4ᵉ, etc., d'un nombre, de 12, par exemple, ainsi : 12^2, 12^3, 12^4, etc. (*Voir* folio 42 de l'édition de 1520). Outre cela, il applique les mêmes *exposants* à l'expression des racines, en se servant du signe R au lieu de $\sqrt{}$. Ainsi il écrit : $R^2 12$, $R^3 12$, $R^4 12$, etc. On trouve cette notation dans toutes les opérations algébriques des racines.

Cet ouvrage, qu'aucun historien, ni aucun bibliographe n'a connu, quoique le nom de l'auteur ait été cité par deux algébristes du XVIᵉ siècle, Butéon et Gosselin, et par Wallis d'après Butéon, mérite à plusieurs titres de prendre place dans l'histoire des mathématiques, car cette *arithmétique*, traitée d'une manière très complète et appropriée à l'usage des marchands, comprend aussi la *règle de la chose*, c'est-à-dire l'*Algèbre.* C'est donc le plus ancien Traité d'Algèbre imprimé en France; et, circonstance remarquable à cause de l'époque, ce Traité est écrit en *français.*

L'auteur y cite le Traité d'Algèbre de maître *Nicolas Chuquet*, parisien, autre ouvrage d'un auteur français, antérieur à 1520. Peut-être la notation des exposants s'y trouvait-elle déjà. Il est à désirer, dans l'intérêt de l'histoire, que cet ouvrage ne soit pas entièrement perdu.

(3) Voir Lucas de Burgo, *Summa de Arithmeticâ,* folio 67, verso.—Cardan, *Practica Arithmetice.* — Tartalea, *Della regola di Algebra,* folios 1 et 2.

Ghaligai, dans sa *Summa de Arithmeticâ*, qui a paru à Florence en 1521 (réimprimée en 1548 et en 1552), a substitué des *signes* aux mots *censo, cubo, censo de censo,* etc. Ces signes consistaient en un carré divisé diversement par des lignes droites. Quoique

première *cosa* et la seconde *seconda cosa.* Lucas de Burgo apporta à cette notation une faible simplification, consistant dans la substitution du mot *quantita* à l'expression complexe *seconda causa.* (*Summa de Arithmetica*, etc.)

»Indépendamment de la notation alphabétique pour les inconnues, dans les équations, les mêmes géomètres se sont servis des signes +, — et $\sqrt{}$ (1), qui ont aussi été ignorés de Lucas de Burgo. Et il est à remarquer que tous ces perfectionnements notables, qui constituaient les éléments matériels de l'algèbre, et qui même, comme le dit M. Hallam, « constituent presque à nos yeux l'utilité de l'expression algébrique (2) », n'ont pas été appréciés, ou du moins n'ont pas été mis à profit par les

---

cette forme compliquée fût peu convenable, l'idée, du moins, aurait dû ne pas être dédaignée, comme elle paraît l'avoir été, dans le siècle des Cardan, des Ferrari, des Tartalea, etc., où nous ne trouvons, parmi les auteurs italiens, que Bombelli qui se soit servi de signes, au lieu de mots, pour les puissances de l'inconnue. Ces signes étaient $\underset{\smile}{1}$, $\underset{\smile}{2}$, $\underset{\smile}{3}$,.... (Voir le livre II de son Algèbre, imprimée à Bologne en 1579.)

Ghaligai avait fait aussi quelques changements à la nomenclature des puissances. Il appelait *pronico, tromico* et *dromico* les 7^e, 11^e et 13^e puissances que les autres auteurs italiens appellent *relato* 2°, *relato* 3°, *relato* 4°. Il paraît attribuer cette nomenclature et sa notation symbolique à son maître en mathématiques, qu'il nomme Jean del Sodo.

(1) Ces signes se trouvent dans les ouvrages de Stifel, de Scheubel, de Butéon, de Record. Peletier n'a employé que le signe $\sqrt{}$, et a exprimé *plus* et *moins* par les lettres *p, m.* Le signe = n'a été introduit dans l'algèbre qu'après les autres. C'est Record, géomètre anglais, qui l'a imaginé en 1557 dans son livre intitulé *Whetstone of Wit* (*la pierre à aiguiser l'esprit*).

M. Halliwell a donné récemment une notice intéressante sur Record, dans laquelle on voit que ce géomètre fut aussi astronome et physicien, et que ce fut lui qui eut la gloire d'adopter le premier, en Angleterre, le système de Copernic. (Voir *The connexion of Wales with the early science of England.* London, 1840, in-8°. — *Illustrations of the History of the inductive Sciences.* Philos. Magazine, n° 105, juin 1840.)

Stifel cite souvent deux algébristes allemands, Christophe Rudolph et Adam Risen, dont les ouvrages avaient paru en 1522 et 1526. Le premier a été traduit en latin par l'auteur lui-même; mais cette traduction est restée manuscrite. Il en existe à la Bibliothèque royale (ms. n° 7365) une copie qui a été faite à Rome en 1540. On y voit que Christophe Rudolph s'est servi des signes +, — et $\sqrt{}$, et qu'il représentait les puissances des inconnues par les mêmes symboles que Stifel. C'est donc lui qu'on devra désormais citer au sujet de ces importantes innovations.

(2) These contrivances, in which we almost fancy the utility of algebraic expression consists.

plus célèbres auteurs italiens de l'époque, tels que Cardan et Tartalea, chez lesquels même on ne trouve que quelques exemples *très rares* du raisonnement sur des lettres (1). Il semblerait qu'il y ait eu, de la part de ces esprits supérieurs, une sorte d'aversion pour des perfectionnements auxquels ils n'avaient pas contribué (2).

» C'est sous un autre point de vue que nous citerons Romanus. Ce géomètre s'est servi de lettres, non pas seulement comme désignation abrégée des quantités sur lesquelles il avait à raisonner, ainsi que tant d'autres avaient fait avant lui, mais dans une pensée philosophique neuve et profonde qui nous paraît être celle que Viète a réalisée; savoir, de créer une science mathématique universelle embrassant, sous la forme de symboles abstraits et généraux, les quantités de toutes natures, telles que les *grandeurs* de la géométrie et les *nombres* de l'arithmétique.

» Pour donner une idée de cette science qu'il concevait, Romanus a énoncé sur des *lettres* les premières règles de l'arithmétique, telles que la *règle de trois*. Il faut surtout remarquer, dans ces prolégomènes, l'application des signes + et — *aux lettres;* car ce fait porte essentiellement le caractère de l'abstraction algébrique (3).

---

(1) Cossali a recherché avec soin ces exemples rares dans les ouvrages de Cardan et de Tartalea. (*Origine.... dell' Algebra*, t. I^er^, p. 47.)

(2) M. Hallam dit qu'il est singulier que des découvertes d'un usage aussi commode, et tellement simples qu'elles ne paraissent pas être au-dessus de l'imagination d'un maître d'école de campagne, aient échappé à des hommes d'un esprit aussi merveilleusement délié que Tartalea, Cardan et Ferrari. (*Literature of Europe during the middle ages*, t. I, chap. IX.)

Cette observation est juste; mais il est bien plus singulier encore, que ces hommes d'un esprit mathématique si supérieur, qui ont pu suivre ces progrès et ces perfectionnements de l'Algèbre dans les ouvrages de Christophe Rudolph, de Stifel, de Peletier, de Scheubel, de Butéon, de Record, les aient méconnus et n'y aient fait aucune attention pendant près d'un demi-siècle.

(3) Voir *In Archimedis circuli dimensionem expositio et analysis;* Wurceburgi, 1597, in-fol. — Romanus paraît avoir puisé l'idée de cette science mathématique universelle dans le passage suivant de Bénéd. Pererius, auteur contemporain : *Non est dubium quin sit aliqua scientia mathematica communis, quæ debeat speculari affectiones communes magnitudini et numero, quæ tamen scientia à Mathematicis non numeratur distincta a Geometria et Arithmetica.* (*De communibus omnium rerum naturalium Principiis et Affectionibus lib. XV.* Lugduni, 1588, in-8°, voir p. 57.)

» Il semble donc que c'est Romanus qui a le plus approché de la conception de Viète, dans ce sens qu'il en a eu l'idée (1); mais il n'a pas su appliquer cette idée heureuse. Il faut donc reconnaître entre lui et Viète, dans l'histoire de l'algèbre, une distance immense, comme celle qui sépare Pythagore de Copernic et de Galilée dans la découverte et les preuves du mouvement de la Terre, ou Kepler de Newton dans l'histoire du principe de la gravitation universelle. Néanmoins la tentative de Romanus lui fait honneur, et rehausse le mérite et la gloire de Viète; car Romanus était lui-même un homme de génie et un très habile et très célèbre géomètre (2). C'est à tort, je crois, que l'on avait passé sous silence jusqu'ici, dans l'histoire des mathématiques, sa conception analytique que nous venons de rappeler.

» Cardan a aussi eu, en algèbre, une idée heureuse qui mérite d'être mentionnée, mais que Cossali a voulu beaucoup trop rapprocher de la conception de Viète (3), dont, à mon sens, elle diffère essentiellement. Cardan a eu l'idée d'exprimer les règles pour la solution d'une question, d'une manière abrégée qui indiquât la trace des opérations successives et qui pût servir pour la solution d'autres questions semblables (4). Mais, par une singularité étonnante, qui montre bien la force de l'habitude (dirai-je la faiblesse de l'esprit humain), c'est seulement sur des données *numériques* que Cardan a appliqué cette conception; et c'est en langage ordinaire qu'il a exprimé sa règle, et non en *formule algébrique,* quand il avait sous la main, dans les ouvrages de Stifel, de Peletier, etc., tous les

---

(1) Cette conception de Romanus, que les historiens des Mathématiques ont passée sous silence, contribua sans doute à l'admiration, allant jusqu'à l'idolâtrie, qu'il eut pour Viète, aussitôt qu'il l'eut connu; car il trouvait dans l'*Isagoge in artem analyticem* une magnifique réalisation de sa propre idée.

(2) Romanus était de Louvain, en non Hollandais, comme on a coutume de le dire; son nom était Van Roemen. On trouve sur ce géomètre et ses relations avec Viète une notice intéressante de M. le baron de Reiffenberg, dans le tome VIII de la *Correspondance mathématique* de M. Quetelet, page 323 — 329.

(3) *Origine, trasporto in Italia..... dell' Algebra,* tome II, pages 55 et 56.

(4) De Regula Modi..... Est igitur regula hæc : solve quamvis quæstionem propositam, modo quo potes, seu positione, seu auxilio sexti libri, deinde auferes positionem, et regulas alias, et serva operationes, quas quam potes maxime, ad brevitatem redige, et habebis regulam de modo pro omni consimili quæstione. (*Artis Magnæ, sive de Regulis algebraicis, liber unus;* chap. XXIX, page 103 de l'édition de Bâle, 1570, in-folio.)

éléments matériels, c'est-à-dire, les symboles algébriques propres à la réalisation de son idée. Cependant il paraît en avoir bien compris l'importance, car il dénomme cette règle, ou plutôt cette formule, *regula modi, mater regularum;* il dit : « *Merito hæc modi regula mater regularum dici potest.* » Mais on conçoit que l'usage de *nombres,* au lieu de *lettres* ou autres signes abstraits, n'aurait pas permis à Cardan de pousser bien loin les applications et les conséquences de cette règle des règles. Il y a donc, sous le point de vue philosophique et pratique, une distance immense entre cette conception heureuse du géomètre milanais et celle de Viète. Celui-ci avait conçu une *science nouvelle,* de la plus grande généralité, qu'il appelait l'art de résoudre *tous les problèmes* (1); et Cardan, au contraire, n'avait songé qu'au moyen d'appliquer à toutes les questions de même nature une solution *déjà trouvée* par les méthodes en usage pour une question semblable. »

Réponse transmise au Secrétaire par M. LIBRI.

« Après avoir entendu les détails donnés par M. Arago sur la Note critique de M. Chasles, M. Libri prend la parole pour faire remarquer à l'Académie que ce n'est qu'après avoir lu cette Note qu'il peut savoir s'il est nécessaire d'y répondre. M. Libri déclare ne prendre aucun engagement à ce sujet. Pour réfuter les assertions de M. Chasles, il faudrait reproduire et discuter des textes dont la lecture prendrait à l'Académie un temps qu'on ne doit pas employer trop souvent dans des discussions, et que M. Libri croit devoir ménager. D'ailleurs, comme les observations de M. Chasles ne portent pas sur un Mémoire lu à l'Académie, mais sur l'*Histoire des Sciences mathématiques en Italie,* ouvrage dont la publication se continue, et dont M. Libri espère avoir l'honneur de présenter bientôt deux nouveaux volumes à l'Académie, M. Libri pense que, s'il juge à propos de répondre, sa réponse pourrait être plus convenablement placée dans le dernier volume de son ouvrage, où il reviendra sur plusieurs points relatifs à l'histoire des sciences en Italie. »

---

(1) Denique, fastuosum problema problematum ars analytice, triplicem Zetetices, Poristices et Exegetices formam tandem induta, jure sibi adrogat: Quod est, NULLUM NON PROBLEMA SOLVERE. (*In artem analyticem Isagoge,* caput VIII.)

NOMINATIONS.

Avant que l'on procède à l'élection pour la place vacante, dans la section de Physique, par suite du décès de M. *Savart*, M. le Secrétaire perpétuel donne connaissance à l'Académie d'une Lettre de M. Pelletan, relative à la manière dont la déclaration de la vacance s'est faite.

Cette lettre donne lieu à quelques remarques de la part de MM. Arago, Gay-Lussac et Thenard, remarques ayant pour objet de constater qu'il ne s'est fait rien, dans ce cas, qui fût contraire aux réglements de l'Académie.

On procède ensuite au scrutin.

La liste présentée par la Section porte les noms suivants :

1°. M. Despretz;
2°. M. Cagniard-Latour;
3°. MM. Péclet et Peltier (*ex æquo*);
4°. M. Lechevalier.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 52,

M. Despretz obtient. . . . 24 suffrages,
M. Péclet. 22
M. Cagniard-Latour. . . . 3
M. Peltier. 2

Il y a un billet blanc.

Aucun des candidats n'ayant obtenu la majorité des suffrages, on procède à un second tour de scrutin. Le nombre des votants est de 53.

M. Despretz obtient. . . . 28 suffrages,
M. Péclet.. 23

Il y a deux billets blancs.

M. **Despretz**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est déclaré élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Roi.

MÉMOIRES LUS.

MÉDECINE. — *Mémoire sur l'étiologie et le bégaiement; par* M. **Colombat**, de l'Isère. (Première partie.)

(Commission précédemment nommée pour les communications relatives au bégaiement.)

Nous attendrons, pour faire connaître ce travail, que l'auteur en ait présenté l'ensemble.

(Pièces de la séance du 26 avril.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Recherches concernant l'influence de l'air, de la chaleur, de l'agitation avec ou sans le contact de l'air sur les eaux minérales sulfureuses; par* M. **Alph. Du Pasquier.**

(Commissaires, MM. Dumas, Pelouze.)

CHIMIE. — *Nouvelle méthode d'analyse des eaux sulfureuses. — Sulfhydromètre; par* M. **Alph. Du Pasquier.**

(Commission nommée.)

« Déterminer la proportion d'acide sulfhydrique, soit libre, soit combiné d'une eau sulfureuse, est une opération assez difficultueuse et dont les résultats sont loin d'être certains. Tous les moyens pour arriver à ce but, en y comprenant même le procédé de M. Grotthus, l'emploi de l'azotate d'argent ammoniacal, adopté par M. Anglada et la généralité des chimistes de l'époque, présentent de grandes difficultés de détail, et sont, comme je le démontrerai dans mon premier Mémoire, sujets à de graves erreurs, particulièrement en ce qu'on obtient un sulfure plus ou moins impur, et que les réactifs employés cessent d'être sensibles quand la quantité d'acide sulfhydrique d'une eau minérale est très minime.

» Dans mes recherches sur l'eau sulfureuse d'Allevard (Isère), l'incertitude

de ces méthodes me faisait desirer d'en trouver une d'un emploi plus satisfaisant, lorsque, essayant comme réactif la teinture alcoolique d'iode, bien que ce moyen ne fût pas au nombre de ceux qu'on emploie ordinairement, je reconnus que la décomposition de l'acide sulfhydrique par ce métalloïde était complète, instantanée, et qu'on pouvait déterminer d'une manière aussi facile que précise le point où la décomposition de l'acide sulfhydrique est achevée, où l'iode ne se combine plus. Je conclus de ce fait qu'avec une teinture dont je connaîtrais à l'avance les proportions, je pourrais savoir, par la quantité d'iode employée pour saturer un litre d'eau sulfureuse, celle d'acide sulfhydrique *libre* et *combiné* qui y était contenue.

» Tout cela s'est réalisé, et de plus je suis parvenu à connaître la quantité d'iode employée, sans me servir de balances, au moyen d'un instrument que j'appelle *sulfhydromètre*.

» Cet instrument est un tube gradué qui laisse passer la teinture d'iode par une extrémité effilée où se trouve une ouverture capillaire; l'autre extrémité est fermée par un bouchon. Le tube étant plein de teinture jusqu'à 0°, si l'on vient à enlever le bouchon, le liquide s'écoule goutte à goutte.

» Pour faire usage du sulfhydromètre, on prend une quantité de l'eau sulfureuse qu'on veut analyser; on la verse dans une capsule de porcelaine, et l'on y ajoute quelques gouttes d'amidon très clair. Puis, le tube étant rempli de teinture d'iode, on laisse écouler le liquide goutte à goutte dans l'eau minérale, et l'on favorise la réaction au moyen d'un agitateur. L'iode, dans l'état de division où il se trouve, décompose instantanément l'acide sulfhydrique, qu'il soit libre ou combiné, peu importe, il lui enlève son hydrogène et en précipite le soufre. Tant qu'il reste quelques traces d'acide sulfhydrique, l'iode disparaît à mesure qu'on verse la liqueur dans l'eau minérale, et l'amidon, sur lequel l'iode à l'état de combinaison ne réagit pas, ne donne pas lieu à la coloration du liquide. Mais dès que la saturation est opérée, la moindre trace d'iode libre suffit pour lui communiquer une belle couleur bleue. On examine alors combien de degrés de liquide ont été employés. La teinture est préparée de manière à ce que chaque degré représente un centigramme d'iode, et chaque dixième de degré un milligramme. A-t-on employé, par exemple, pour un litre d'eau sulfureuse, une quantité de teinture représentée par 5 degrés 7 dixièmes? on peut savoir de suite, au moyen d'un calcul bien simple, combien ce litre contient d'acide sulfhydrique; car rien n'est plus facile que de trouver combien il faut d'hydrogène pour saturer 5 centigrammes et 7 milligrammes d'iode. Or, la quantité d'hydrogène en volume une fois connue, on a celle

de l'acide sulfhydrique, car elle est exactement la même. Pour rendre l'emploi de ce moyen plus facile encore, j'ai dressé une table qui indique la quantité d'acide sulfhydrique en poids et en volume, représentée par 1, 2, 3, et jusqu'à 100 milligrammes, par 1, 2, 3, et jusqu'à 100 centigrammes d'iode.

» Cette méthode d'analyse, indépendamment de ce qu'elle donne des résultats d'une exactitude rigoureuse, a l'avantage d'être d'une exécution si prompte, qu'on peut faire quinze et vingt expériences en moins d'une heure, et par conséquent être bien sûr de ne pas commettre d'erreurs. A quoi il faut ajouter qu'elle est sensible au point d'indiquer des quantités déterminées d'acide sulfhydrique dans des eaux où les réactifs connus sont sans action. Ainsi, par exemple, j'ai déterminé la présence d'une proportion assez notable de cet acide dans une eau récemment analysée par un chimiste aussi habile que consciencieux, et qui n'avait pu, par les moyens connus, en déceler la moindre trace, bien qu'il soupçonnât que cette eau était sulfureuse, seulement à ses qualités physiques. J'ai tenté des expériences qui mettent d'ailleurs ce fait hors de doute.

» 1°. Après avoir reconnu, par des expériences multipliées, qu'un litre d'eau sulfureuse d'Allevard pouvait absorber, sans bleuir avec l'amidon, 28° de teinture d'iode, représentant 28 centig. d'iode cristallisé et bien sec, j'ai pris *un centilitre de cette même eau minérale* et je l'ai étendu *dans un litre d'eau de fontaine.* Ce mélange, cent fois plus faible en acide sulfhydrique que l'eau minérale naturelle, n'avait ni odeur, ni saveur sulfureuse, et *précipitait en blanc par l'acétate acide de plomb et le nitrate d'argent ammoniacal.* Il était donc impossible d'y reconnaître, avec les réactifs regardés comme les plus sensibles, la présence de l'acide sulfhydrique. Cependant traitée par la teinture d'iode et l'amidon, la liqueur n'a bleui que lorsqu'elle a eu absorbé un peu moins de trois dixièmes de degré du réactif sulfhydrométrique, soit près de 3 milligrammes d'iode, ce qui représente, à quelques fractions près, justement le centième de 28 centig. d'iode. La même expérience faite sur un litre d'eau pure contenant de la solution d'amidon, *une seule goutte de teinture d'iode* a suffi pour *la rendre bleue.*

» 2°. Dans une autre recherche, après avoir constaté que *quinze gouttes* de solution de sulfhydrate de potasse médiocrement concentrée étendue dans dix litres d'eau ordinaire, précipitait en blanc l'acétate acide de plomb et l'azotate d'argent ammoniacal, c'est-à-dire que le liquide n'était plus sensible aux réactifs connus comme les meilleurs. J'ai fait les deux expériences suivantes :

» *a*. J'ai étendu *une goutte* de sulfhydrate de potasse dans un litre d'eau, et j'ai traité le liquide par la solution d'amidon et la teinture d'iode. Il a absorbé avant de bleuir 5° d'iode, soit 5 centig. d'iode

» *b*. En second lieu, j'ai étendu *une goutte* du même sulfhydrate dans *cent litres d'eau*. Le liquide résultant du mélange n'avait ni odeur, ni saveur; il précipitait en blanc par l'acétate acide de plomb et l'azotate d'argent ammoniacal. Par les moyens connus on ne pouvait donc plus y déceler l'acide sulfhydrique. Cependant un litre de ce liquide essayé par l'amidon et la teinture d'iode, a absorbé près d'un dixième de degré de teinture, ou un peu moins d'un milligramme d'iode avant de bleuir. Un litre d'eau ordinaire, essayée comparativement, bleuissait sur-le-champ en y versant une goutte de teinture d'iode.

» De tout ce qui précède il résulte :

» 1°. Que les meilleurs réactifs connus de l'acide sulfhydrique sont infidèles, puisqu'ils n'indiquent pas même des quantités très notables de cet acide libre ou combiné; ce qui explique pourquoi on n'a pu démontrer sa présence dans des eaux que leurs qualités physiques faisaient placer au rang des eaux sulfureuses;

» 2°. Que l'iode en solution dans l'alcool, employé en même temps que l'amidon, est un réactif infiniment sensible de l'acide sulfhydrique, soit libre, soit combiné, puisqu'il peut déceler d'une manière non douteuse (surtout par un examen comparatif avec de l'eau ordinaire) *une goutte* de solution de sulfhydrate alcalin, étendue dans *cent litres* d'eau, tandis que les réactifs connus perdent leur action lorsqu'on l'étend seulement dans *dix litres*;

» 3°. Que par la teinture d'iode et l'amidon on reconnaîtra infailliblement dans les eaux sulfureuses les plus faibles, dans celles où les réactifs ordinaires sont impuissants, non-seulement *la présence* mais encore *la quantité* d'acide sulfhydrique soit libre, soit à l'état de combinaison;

» 4°. Que les procédés connus, pour déterminer la proportion d'acide sulfhydrique libre et combiné des eaux minérales, sont d'un emploi aussi long et aussi difficile que leur résultat est incertain et infidèle, surtout à l'égard des eaux peu riches en principe sulfureux;

» 5°. Que l'iode employé sous forme de teinture alcoolique, en même temps que l'amidon, et en déterminant, au moyen de l'instrument appelé *sulfhydromètre*, la quantité de teinture employée, constitue une méthode d'analyse aussi sûre qu'elle est facile et prompte à mettre en pratique;

» 6°. Enfin, que l'emploi de la tenture d'iode comme réactif des eaux

sulfureuses, et que son application au moyen du sulfhydromètre pour déterminer la proportion de l'acide sulfhydrique libre ou représenté par les sulfhydrates et les sulfures, peuvent être considérés comme un véritable progrès dans l'art d'analyser les eaux minérales, puisqu'ils remplacent des moyens d'une application difficile et d'un résultat douteux, quand les eaux sont riches en acide sulfhydrique, ou tout-à-fait impuissants quand elles n'en contiennent que des quantités minimes. »

MÉCANIQUE. — *Mémoire sur un mécanisme nouveau propre à changer le mouvement alternatif en mouvement circulaire; par* M. ALPH. BLANC.

(Commissaires, MM. Coriolis, Piobert, Gambey.)

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Observations et additions relatives au Mémoire lu dans la séance du* 19 *avril, sur une nouvelle méthode d'évaporation; par* M. PELLETAN.

(Commissaires, MM. Arago, Dumas et Regnault.)

« Dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie, j'ai souvent employé l'expression, *une force de cheval*, en parlant de la puissance d'une pompe aspirante et foulante qui s'empare de la vapeur produite dans la chaudière, pour l'envoyer, en la comprimant, dans la surface de chauffe.

» C'est ainsi que j'ai dit qu'une force de cheval peut servir à évaporer 150 kilomètres d'eau à l'heure.

» Il doit être bien entendu que je ne parlais alors que de l'effet utile de la pompe, calculé sur la moyenne résistance qu'elle éprouvait à chaque instant pour comprimer la vapeur, négligeant les questions des frottements de la pompe, de la force nécessaire pour soulever les clapets, et de la résistance au passage de la vapeur dans des canaux plus ou moins larges, toutes circonstances susceptibles d'être réduites à leur moindre valeur par une bonne construction, mais trop variables pour entrer dans l'expression des rapports que j'avais l'intention d'établir.

» Dans le même Mémoire, j'ai indiqué l'emploi du jet de vapeur comme un moyen plus simple et plus facile à établir que la pompe, mais je l'ai présenté comme offrant une économie moins considérable que celle qui est produite par l'autre procédé.

» A cet égard, j'ai été injuste envers le jet de vapeur.

» En réalité, la totalité de l'évaporation produite dans la chaudière fermée, au moyen du jet de vapeur, est obtenue sans aucune dépense effective; car l'aspiration des vapeurs formées dans la chaudière est déterminée uniquement par l'expansion de la vapeur depuis sa tension dans le générateur jusqu'à une atmosphère, et cette vapeur ainsi dilatée contient encore autant de calorique qu'elle en contenait avant son expansion : or, comme dans tous les ateliers où l'on a des masses de liquides à évaporer, on peut toujours employer utilement la vapeur à 104°, et même le calorique de l'eau liquide à 100°, qui sort de l'appareil, il en résulte que toute l'évaporation produite dans la chaudière est obtenue réellement sans aucune dépense de combustible, excepté la compensation du refroidissement extérieur de l'appareil, qu'il est facile de réduire à très peu de chose.

» En résumé, le procédé de la pompe est utile dans tous les cas où l'on dispose d'une force motrice plus économique qu'une machine à vapeur. Dans toutes les autres circonstances, le jet de vapeur convenablement administré donnera des résultats supérieurs à ceux qu'on obtiendrait de la pompe. »

BALISTIQUE. — *Nouveau système pour la charge des armes à feu rayées; par* M. **Wild**, ingénieur à Zurich.

(Commissaires, MM. Arago, Roussin, Poncelet, Piobert.)

Dans ce système la balle est enveloppée d'une substance flexible qui se moule exactement sur l'âme du canon. Cette enveloppe, qui protége la paroi intérieure de l'arme contre le frottement direct ou les chocs du plomb, se sépare bientôt de la balle à laquelle elle a communiqué le mouvement de rotation que les spires de la carabine l'ont elle-même forcée à prendre ; la balle cependant a conservé sa forme sphérique, et cette circonstance paraît à M. Wild fort importante pour la justesse du tir aussi bien que pour l'étendue de la portée.

M. E. **Grégoire**, au nom de la compagnie formée à Cologne pour la navigation du Rhin, soumet au jugement de l'Académie un *nouveau système d'installation des palettes*, système dont on se propose de faire l'application en grand.

(Commissaires, MM. Poncelet, Coriolis, Séguier.)

M. **Burnier** soumet au jugement de l'Académie un nouvel *appareil pour le dessin de la perspective*.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée pour l'appareil de M. Mauduit.)

M. **Tresel**, ancien élève de l'École des Arts et Métiers de Châlons, présente une *mesure en métal* qui donne le demi-mètre et ses divisions, et dont il croit que la forme est plus commode que celle des mesures employées généralement dans le commerce.

(Commissaires, MM. Arago, Liouville.)

M. **Amblard** adresse une Note sur l'*emploi médical de l'air* et sur un *appareil* qu'il a imaginé pour les applications des fluides aériformes aux besoins de la thérapeutique.

(Commissaires, MM. Magendie, Breschet.)

CORRESPONDANCE.

M. **le Ministre de la Marine** répond à la demande qui lui avait été adressée par l'Académie relativement à M. *Leguillou*, chirurgien-major de *la Zélée*. Afin de permettre à M. Leguillou de fournir à la Commission chargée de faire un rapport sur les résultats scientifiques de la campagne de *la Zélée*, des renseignements sur l'origine des échantillons de géologie qu'il a réunis, la durée de son congé vient d'être prolongée de quarante jours; les besoins du service ne permettent pas, dit M. le Ministre, d'étendre plus loin ce délai.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur l'essence d'estragon; par* M. **Auguste Laurent**.

« J'ai l'honneur de vous envoyer l'extrait d'un travail que j'ai entrepris sur l'essence d'estragon. Les résultats que j'ai obtenus sont analogues à ceux que j'ai publiés dans la série du phényle.

» L'essence d'estragon brute consiste presque entièrement en une huile volatile sans décomposition. Sa composition peut se représenter par la formule suivante :

$$C^{64} H^{40} O^3 = 4 \text{ vol. de vapeur.}$$

» Soumise à l'action de l'acide nitrique bouillant, elle donne naissance aux trois acides suivants :

» *Acide draconique.* Cristallisé en beaux prismes incolores, volatil sans décomposition. Sa formule est

$$C^{64} H^{46} O^{10} + 2Aq.$$

» Les 2 atomes d'eau peuvent être remplacés par 2 atomes d'une base quelconque. Cette composition fait voir que l'essence d'estragon a changé 7 équivalents d'hydrogène contre 7 équivalents d'oxigène.

» *Acide nitro-draconasique.* Ce corps, qui est cristallisé et volatil en partie, sans décomposition, peut encore s'obtenir en faisant bouillir l'acide draconique avec l'acide nitrique. Sa formule est

$$C^{54} H^{44} Az^{2} O^{14} + 2Aq.$$

Elle représente de l'acide draconique, dont 1 équivalent d'hydrogène a été changé contre 1 équivalent d'acide hypoazotique.

» Ses 2 atomes d'eau peuvent être remplacés par 2 atomes de base.

» *Acide nitro-draconésique.* Il ressemble au précédent; quelques-uns de ses sels s'enflamment en vase clos, lorsqu'on les chauffe. Sa formule est

$$C^{64} H^{22} Az^{4} O^{18} + 2Aq.$$

Elle représente l'acide draconique, dont 2 équivalents d'hydrogène ont été remplacés par 2 équivalents d'acide hypoazotique.

» Les 2 atomes d'eau peuvent être remplacés par 2 atomes de base.

» Ces trois acides se ressemblent au plus haut degré; presque tous leurs sels ont la même solubilité, et ce n'est pas sans difficulté que l'on parvient à les séparer les uns des autres.

» L'essence d'estragon, soumise à l'action du chlore, donne naissance à une matière huileuse, que je nomme chlorure draconylique. Sa composition se représente par cette formule

$$C^{64} H^{30} O^{3} Cl^{14}.$$

Elle fait voir que l'essence d'estragon a changé 5 équivalents d'hydrogène contre 7 équivalents de chlore.

» J'ai prouvé dans divers Mémoires que lorsqu'un composé change de l'hydrogène contre un plus grand nombre d'équivalents de chlore, on

peut toujours, soit par la distillation, soit par les alcalis, enlever une quantité de chlore, ou de chlore et d'hydrogène, telle que le nouveau produit renferme autant d'équivalents que le premier corps qui lui a donné naissance. L'action que la potasse exerce sur le chlorure draconylique vient confirmer cette idée. En effet, l'on obtient du chlorure de potassium et une nouvelle huile que je nomme *chloro-draconyle*, et dont la composition se représente par

$$C^{64} H^{28} Cl^{12} O^3.$$

c'est-à-dire par de l'essence d'estragon dont 6 équivalents d'hydrogène ont été remplacés par 6 équivalents de chlore.

» L'acide nitro-draconésique est isomorphe avec l'acide draconique, il faut donc formuler les corps précédents de la manière suivante :

(J'emploie les équivalents, et je représente l'acide hypoazotique par X.)

Essence d'estragon............	$C^{32} H^{20} O^3$,
Chlorure draconylique.........	$C^{32} (H^{15} Cl^5) O^3 + Cl^2$,
Chloro-draconyle.............	$C^{32} (H^{14} Cl^6) O^3$
Acide draconique.............	$C^{32} (H^{13} O^7) O^3 + 2Aq$,
Acide nitro-draconasique.......	$C^{32} (H^{12} X O^7) O^3 + 2Aq$,
Acide nitro-draconésique.......	$C^{32} (H^{11} X^2 O^7) O^3 + 2Aq$,
Sels d'argent.................	$C^{32} (H, X, O)^{20} O^3 + 2AgO$. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Note additionnelle sur les formules qui servent à calculer le volume de la vapeur sous différentes pressions; par* M. DE PAMBOUR.

« A propos de la Note que j'ai transmise à l'Académie dans son avant-dernière séance, et qui contenait le calcul des résultats que Petit et Dulong auraient obtenus, dans la table qu'ils nous ont donnée de la marche comparative du thermomètre à mercure et du thermomètre d'air, s'ils avaient fait usage, pour réduire leurs expériences, du coefficient de dilatation des gaz 0.003646, au lieu du coefficient 0.00375, M. Regnault a fait remarquer avec raison que Rudberg avait déjà annoncé qu'en adoptant le coefficient résultant de ses propres recherches, les différences observées par Petit et Dulong entre les deux thermomètres se réduiraient considérablement. Effectivement, j'ai vérifié que Rudberg avait indiqué ce résultat, qui l'a été encore depuis par M. Berzélius. Mais comme ces physiciens n'ont pas exécuté la correction complète qu'exigeaient les résultats de Petit et Dulong, c'est-à-dire qu'ils se sont bornés à corriger les températures du

thermomètre d'air, en se servant pour cela des nombres donnés par Petit et Dulong pour les volumes de l'air à diverses températures, tandis que j'ai de plus corrigé ceux-ci avant d'en conclure les températures, ce qui change les résultats définitifs du calcul; il s'ensuit que leurs observations, suffisantes du reste pour l'objet sommaire qu'ils avaient en vue, ne me dispensaient pas du calcul que j'ai dû faire pour établir la table contenue dans ma dernière Note, et pour en déduire ensuite, comme c'était mon but, les volumes de la vapeur, en faisant usage successivement des températures du thermomètre d'air et des températures du thermomètre à mercure.

» Du reste, ce n'est pas que je considère la table de Petit et Dulong, même après la correction due à l'emploi du coefficient 0.003646, comme exprimant d'une manière exacte la marche comparative de deux thermomètres, à cause des nombres interpolés que cette table contient. Il est évident au contraire, comme je l'ai fait remarquer dans ma dernière Note, que de nouvelles expériences à ce sujet sont nécessaires. Mais ne pouvant faire usage que des résultats obtenus jusqu'ici, et ne pouvant les employer sans leur faire subir une réduction, on conçoit que je devais du moins faire cette réduction aussi exacte qu'il était possible avec les éléments à ma disposition. »

PHYSIQUE. — *Remarques à l'occasion d'un passage du Mémoire de* M. Pelletan, *sur un nouveau procédé d'évaporation.* — Lettre de M. **Péclet.**

« Le dernier numéro du *Compte rendu des séances de l'Académie* contient le résumé d'un Mémoire de M. Pelletan, dans lequel se trouvent des citations qui me concernent, qui sont fort inexactes et sur lesquelles je viens réclamer.

» M. Pelletan a trouvé que la quantité de chaleur qui traverse pendant une heure une plaque de cuivre de $0^{m},001$ d'épaisseur, pour une différence de température de 4°, correspond à la formation de 15^{k} de vapeur, et dit que, suivant moi, elle serait seulement de $5^{k},55$.

» Le chiffre cité par M. Pelletan se trouve en effet dans mon *Traité de la Chaleur,* imprimé il y a onze ans; mais ce chiffre résulte, comme j'ai eu soin de le dire, des expériences faites par M. Clément. Je n'ai fait sur la transmission de la chaleur à travers les plaques métalliques que les expériences consignées dans le Mémoire communiqué à l'Académie en 1839, et qui est imprimé dans le *Compte rendu* de cette année. Il résulte de ces expériences que quand une plaque métallique est mouillée par deux liquides à des

températures différentes, la quantité de chaleur qui la traverse est sensiblement indépendante de son épaisseur, qu'elle augmente quand on renouvelle artificiellement les couches liquides qui sont en contact avec le métal, d'autant plus que le renouvellement est plus rapide, et que le maximum d'effet que l'on pourrait obtenir par une agitation suffisante serait de 19,11 unités de chaleur par seconde, par mètre carré, pour une plaque de cuivre de $0^m,001$ d'épaisseur et pour une différence de température de 1^o; ce qui correspond dans le cas des expériences de M. Pelletan, à la formation de plus de 400 kilogrammes de vapeur par mètre carré et par heure. Ce Mémoire renferme aussi les résultats obtenus dans le chauffage à vapeur par un serpentin en cuivre, d'où il résulte que la quantité de chaleur transmise par mètre carré par heure, et pour une différence de température de 4^o, correspond à la formation de $35^k,52$ de vapeur.

» Ainsi la transmission que M. Pelletan a obtenue dans ses expériences est supérieure à celle qui avait été indiquée autrefois par M. Clément; mais elle est deux fois plus petite que celle qui a été constatée depuis plusieurs années, dans le chauffage à vapeur des liquides par un tuyau unique, et elle est vingt-six fois plus petite que le maximum que j'ai indiqué, mais qu'on n'obtiendrait que par un renouvellement très rapide des liquides en contact avec les surfaces des plaques. »

MÉTÉOROLOGIE OPTIQUE. — *Image d'une ville projetée sur un nuage; par* M. **Alexis Perrey**, agrégé suppléant à la Faculté des sciences de Dijon.

« La discussion qui s'est élevée entre deux membres de l'Académie, et que je viens de lire dans les *Comptes rendus*, m'engage à rappeler un phénomène qui a eu lieu en juillet ou en août 1826. Trop jeune pour en sentir l'importance et le décrire alors avec les détails convenables, j'en fus frappé seulement comme d'une chose rare et curieuse.

» La journée avait été brûlante, le soleil venait de disparaître derrière les montagnes qui bornent au loin l'horizon de la ville de Langres; le ciel à l'ouest était pur et brillant.

» Du nord-ouest au nord, et presque à l'horizon, un nuage, d'un gris-blanc, s'étendait avec des formes bizarres qui me le firent remarquer : il fixa mon attention, et insensiblement des édifices connus se dessinèrent en gris foncé sur le fond, de plus en plus blanchâtre, de ce nuage.

» J'avais reconnu la ville de Langres à la double tour de sa vaste cathédrale, au clocher svelte et hardi de l'église Saint-Martin, et à la coupole de l'hospice.

» J'étais au nord de la ville, je portai rapidement mes regards, du nuage aux édifices dont j'avais reconnu les images; la ressemblance était parfaite: tous les contours étaient bien marqués.

» Ce fut bientôt parmi tous mes condisciples un sujet d'exclamations assez bruyantes. Les regards se portaient alternativement de la ville au tableau.

» Nous aperçûmes au-dessus de Langres, et assez loin au sud-est, deux nuages allongés, horizontaux, d'un blanc presque vif et séparés par un intervalle soutendant le même angle visuel à peu près que leur épaisseur apparente (8 à 10° peut-être?). La ville paraissait ainsi se trouver entre ces nuages et le premier, et leur ligne de jonction, par la ville, semblait aboutir au nord-ouest.

» Notre marche se continua l'espace de deux cents pas à peu près, et non-seulement les principaux édifices de Langres, tels que le petit séminaire, l'hôtel-de-ville, etc., furent encore parfaitement projetés en gris foncé, sur le nuage qui couronnait les montagnes à l'horizon, mais le village de Saint-Geômes, situé à 4 kil. au sud de Langres, se montra avec son église et son moulin à vent dessiné de manière à être reconnu par tous mes camarades comme par moi.

» De Langres à Saint-Geômes la route est bordée d'arbres qui formaient, peut-être, la bande ondulée, d'un gris moins foncé que les autres images, et qui s'étendait entre les deux parties si bien tracées de ce tableau aérien.

» D'après cet exposé imparfait du phénomène, peut-être sera-t-il permis de penser que s'il y eût eu sur la route de Saint-Geômes à Langres une armée de cavaliers en marche, la bande ondulée que j'attribue à la présence des arbres eût présenté un aspect plus foncé. Peut-être même eût-elle paru *mobile?*

» Quelques-unes des apparences, citées par MM. Chasles et Libri, ne pourraient-elles pas avoir la même origine que celle du phénomène que je rappelle? D'autres ne pourraient-elles pas avoir été assimilées à celles-ci par des narrateurs amis du merveilleux?

» J'ai pensé que ce fait pouvait intéresser vos deux illustres confrères, et j'ose vous prier, Monsieur le Président, de vouloir bien le leur communiquer. Bien qu'authentique, puisque toute la ville de Langres peut l'attester encore, mérite-t-il d'être signalé à l'Académie? vous pouvez disposer de ma lettre.

» Au reste, je suppose que le phénomène ne dura pas une demi-heure, car on nous fit rentrer en ville, et, en montant au dortoir, je jetai les yeux une dernière fois vers le nord-ouest, et je ne distinguai plus qu'avec peine

le clocher élégant de Saint-Martin et les deux tours de la cathédrale, dont l'une même semblait *s'écrouler* sur l'autre. Leurs sommets étaient réunis.

» L'air était toujours calme et chaud. Les trois nuages mentionnés paraissaient toujours seuls, mais plus sombres sur le vaste horizon du plateau qui domine la ville de Langres.

» *P. S.* Je sens fort bien, Monsieur le Président, qu'il eût fallu prendre note de la hauteur des nuages, de leur position exacte relativement à la ville et au soleil, de leur orientation rigoureuse; qu'il eût fallu consulter avec soin le thermomètre, l'hygromètre, le baromètre, le photomètre même et le polariscope, non-seulement à l'instant du phénomène, mais durant toutes ses phases; mais recourir encore aux indications antérieures des trois premiers instruments et les observer aussi soigneusement après.

» Je sens qu'il eût fallu suivre la marche du soleil au-dessous de l'horizon pendant toutes les périodes de ce phénomène aussi curieux que rare; comparer les nuances et les teintes variées du tableau avec l'éclat décroissant des nuages réflecteurs de la lumière, et l'abaissement de l'astre.

» Ces observations seules eussent pu être utiles, et communiquées à l'Académie; je ne doute pas que quelques-uns de ses membres illustres ne les eussent heureusement employées.

» Mais j'étais écolier, sans secours aucun; je ne pus que prier un de nos professeurs du *Petit-Séminaire* de s'occuper d'un travail qui me semblait aussi intéressant par sa nouveauté que par son importance. J'étais écolier, j'obtins un sourire!

» Aujourd'hui, le fait est perdu pour la science, j'en rappelle en vain le souvenir. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations diverses faites en* 1839 *et* 1840, *pendant un voyage à l'île Bourbon; par* M. SIAU, ingénieur des Ponts-et-Chaussées. (Communiquées par M. *Arago*.)

§ I^er^. *Des Lithophytes* (1).

« L'île Bourbon est située dans la région des vents généraux du sud-est. Sous le vent de l'île, entre les pointes de la rivière d'Abord et de la Hous-

---

(1) L'auteur de cette communication n'a pas la prétention de donner des remarques nouvelles sur la formation des bancs des coraux. Il se contente de soumettre à l'attention des ingénieurs et des naturalistes ce qu'il croit avoir vu et bien observé.

saye, existent, le long de la côte, des bancs de polypiers calcaires ou lithophytes, vulgairement appelés *coraux*.

» Ces bancs forment une ceinture de récifs dangereux contre lesquels la mer se brise presque constamment avec force, et qui n'est interrompue qu'à l'embouchure des rivières et des grands ravins. Cette interruption a lieu par une *passe* ou canal perpendiculaire à la côte et compris entre deux rochers de corail.

» Les passes, conservées et entretenues par les eaux douces qui s'opposent à l'envahissement des madrépores, varient de largeur et de profondeur suivant le volume de ces eaux. Elles servent de port pour les pirogues de pêche et les bateaux caboteurs. Quelques-uns de ces ports auront bientôt disparu par suite du détournement imprudent des eaux qui les entretenaient. Les lithophytes y croissent avec rapidité et les auront bientôt fermés. Tels sont les ports de l'Hermitage et de Saint-Leu.

» Toutes les passes fournissent une nouvelle preuve de la diminution des pluies à Bourbon : elles paraissent avoir de moindres dimensions qu'autrefois, ainsi qu'il résulte du témoignage des habitants et des plans levés à diverses époques. La passe de la rivière d'Abord, qui est la plus belle de l'île, la plus fréquentée, qui donne entrée au seul refuge que possèdent les petits caboteurs de la colonie, offre même un exemple remarquable de l'envahissement rapide des madrépores. Il s'est formé depuis une douzaine d'années, au milieu de cette dernière passe, un rocher qui n'a pas moins de 9 mètres de hauteur au-dessus du fond. Et il ne faut pas croire que ce rocher aurait pu s'élever long-temps inaperçu : car la passe n'a pas au-delà de 110 mètres de largeur; on y pêche constamment, et c'est, comme on l'a dit, la plus fréquentée de la colonie. Du reste, l'âge de douze ans nous a été indiqué par le pilote du port de Saint-Pierre, qui a pu facilement voir et constater la première apparition des madrépores, puisqu'en ce point il n'y avait que 14 mètres du fond, et que la roche s'élève à présent à 5 mètres au-dessous du niveau de l'eau.

» Toutes les passes et tous les bancs de la côte affectent dans leur forme extérieure une configuration identique qu'il est bon d'indiquer. A partir de la côte, en allant vers le large, la surface des bancs se relève par une pente presque insensible jusqu'à la ligne des brisants. Là, les bancs sont presque à fleur d'eau. Plus loin la pente est inverse : la surface s'incline rapidement vers le fond, et l'extrémité se perd dans le sable ou les galets, à une profondeur qui varie entre 20 et 40 mètres.

» La première zone comprise entre la côte et la ligne des brisants a,

indépendamment de la pente transversale que nous avons signalée, une pente parallèle à la côte, inclinée vers les passes. Il résulte de cette disposition que les lames, après avoir déferlé sur la partie la plus élevée du banc, ne pouvant revenir sur elles-mêmes, produisent par leur apport incessant des courants parallèles à la côte et qui convergent vers les passes. On a cru à tort que ces courants contribuaient à l'approfondissement et à l'entretien des canaux naturels dans lesquels ils venaient se déverser.

» Nous avons eu occasion d'étudier non seulement la configuration des bancs madréporiques, mais aussi leur formation; et ce que nous allons dire est le résultat fourni par des observations continues et par plusieurs sondages artésiens exécutés jusque dans les brisants.

» Les travaux des madrépores offrent de très grandes variétés, comme leurs nombreuses espèces. Les uns (et ce sont les plus répandus) s'établissent par familles, au fond de la mer, sur la roche volcanique ou sur un terrain inattaquable par la lame. Chaque famille construit un mamelon détaché qui peut s'élever à 2 ou 3 mètres par le travail de plusieurs générations. Ces mamelons ont reçu dans le pays le nom de *pâtés de coraux*.

» Le fond est ainsi couvert de pâtés qui le plus souvent se joignent, se touchent et empiètent les uns sur les autres, qui quelquefois laissent entre eux des vides dans lesquels la mer dépose du sable et des graviers. Ces vides sont nommés dans le pays *rigoles de sables*.

» Sur cette première couche de pâtés viennent s'établir de nouvelles familles qui en construisent de nouveaux. Ceux-ci sont indépendants des premiers : tantôt ils reposent entièrement sur des pâtés primitifs, tantôt ils empiètent sur des rigoles, de manière à les faire disparaître par leur jonction; tantôt enfin un pâté isolé cache à lui seul une rigole primitive. Les vides compris dans cette seconde couche sont aussi convertis en rigoles par la mer qui y dépose du sable et des petits galets.

» Sur cette seconde couche de nouvelles générations en élèvent une troisième, une quatrième; et c'est ainsi qu'a été formée la masse de ces immenses récifs si communs dans les mers intertropicales.

» De la description que nous venons de faire on aurait tort de conclure que les bancs sont disposés par couches d'épaisseur uniforme. On conçoit en effet qu'il existe de très grandes différences dans les hauteurs des pâtés, et que le récif tout entier ne doit présenter qu'un amoncèlement informe de monticules superposés dont les vides sont remplis par du sable et des

galets, et qui dans leurs faces contiguës sont liés entre eux par un gluten madréporique.

» Les madrépores dont nous venons de parler sont les plus communs; ce sont eux qui forment la masse des récifs; le corail qu'ils produisent est gris, très compacte, d'un grain très serré et d'une dureté souvent supérieure à celle du marbre. Ce corail est inattaquable par les vagues, et il ne se dissout pas entièrement dans les acides.

» Sur chacun des mamelons dont nous avons parlé se sont dispersées et établies à différentes époques, comme sur une base inébranlable, ces variétés de madrépores dont les produits sont d'un petit volume et d'une si grande délicatesse, offrant des alvéoles de plusieurs formes, présentant les apparences de rameaux à tiges très déliées ou de feuilles d'une multitude de végétaux.

» Ce sont ces fragiles coraux seuls dont les détritus fournissent à la côte et aux rigoles du sable et des petits galets blancs; ils sont entièrement solubles dans les acides; leurs formes sont d'autant plus délicates qu'ils croissent plus profondément; leur nombre augmente aussi avec la profondeur; ils garnissent le fond des mers; les plombs de sonde en ramènent presque toujours des fragments lorsqu'on opère sur des bancs massifs; ils *enrochent* souvent l'hameçon des pêcheurs qui parviennent quelquefois à détacher et à ramener de forts beaux échantillons.

» La description que nous venons de faire doit être modifiée pour la zone contiguë à la terre, sur une largeur moindre que celle à laquelle s'établissent les brisants et variable avec la pente primitive du fond. Sur l'emplacement de cette zone, la lame, amortie par la réaction du fond de la mer vers le large, a pu déposer plus de sable; et ce sable a pu retarder d'abord, couvrir et arrêter ensuite le travail des madrépores. Cependant la zone du large a continué de s'élever sur le fond résistant qu'offraient les premiers travaux; elle a formé derrière elle un abri dans lequel le sable a continué aussi à se déposer, jusqu'à ce que les madrépores, sur la ligne actuelle des brisants, atteignissent la surface de la mer. Dans ce moment, l'amoncèlement de sable contigu à la côte a cessé de croître; dans ce moment aussi le courant littoral produit par les eaux qui avaient déferlé sur le récif, a dû établir sur l'alluvion une pente inclinée vers les passes. A cet instant d'équilibre sont apparus de nouveaux madrépores qui ont agglutiné la surface de la zone alluvionnaire. Aussi cette zone est-elle recouverte par une *brèche* dure, d'une épaisseur comprise entre 30 et 80 cen-

timètres, composée d'un mélange de sables graveleux de nature basaltique et calcaire.

» Avec toutes ces données on peut aisément tracer une coupe entière du banc.

» Avant de terminer ce qui concerne les lithophytes il n'est pas inutile de signaler un banc de même nature que celui de la côte, qui existe à l'ouest de Bourbon, à deux ou trois milles de terre. Ce banc n'était pas connu avant les recherches auxquelles nous nous sommes livré. Il a une étendue considérable et que nous ne pouvons apprécier, parce qu'il nous a été impossible d'en atteindre le bord occidental avec la faible embarcation dont nous pouvions disposer. Nous affirmerons pourtant qu'il a plus de six milles marins de largeur. Sa surface est presque horizontale, et située à 64 ou 65 mètres au-dessus du niveau de la mer.

» Quelque jour peut-être ce banc du large, par suite de son accroissement, viendra grossir le catalogue des dangers qu'offrent aux navigateurs les côtes de Bourbon.

§ II. *De l'action des vagues à de grandes profondeurs.*

» Les observations dont nous allons rendre compte ont été faites sur des fonds de sables madréporique, blanc et basaltique noir; elles ont eu lieu en étudiant un projet d'établissement de port à Saint-Gilles, où existe une passe naturelle percée dans le banc de corail qui règne le long de la côte.

» Lorsque la mer est assez calme pour qu'on puisse voir le sable graveleux du fond de la passe, on remarque qu'il y forme des ondulations parallèles, dont la section transversale augmente comme l'état de la mer qui les a produites. Nous avons apprécié à 30 et 50 centimètres la distance entre deux creux ou deux sommets consécutifs d'ondulations, lorsque nous avons pu les observer; et la profondeur du creux au-dessous du sommet a été trouvée de 10 et 15 centimètres environ.

» Dans le creux de l'ondulation sont les matières les plus pesantes, comme le gros sable, les graviers et les petits galets; au sommet de l'ondulation, on voit le sable le plus fin.

» Lorsque l'ondulation est formée de matières de même grosseur et de pesanteurs spécifiques différentes, telles que les sables basaltique et calcaire, il arrive que les matières les plus lourdes sont dans le creux, et les plus légères au sommet.

» Les ondulations sont un effet de l'action des flots, et s'expliquent facilement. Lorsque l'eau est limpide et qu'on peut voir le fond, les eaux ont peu d'action sur lui; mais lorsqu'elles étaient très agitées, toutes les matières étaient mises en mouvement par elles. Peu à peu la vague a diminué, son action s'est amoindrie; et il est arrivé un moment où elle ne pouvait pas faire marcher les matières les plus lourdes. Alors s'est fait un triage, une espèce de départ : les matières légères se sont séparées, ont continué d'avancer par ondulations, comme cela a toujours lieu; le flot agissant au fond du creux pour les porter au sommet, et laissant à nu les corps les plus pesants.

» En avançant dans la passe vers l'entrée, on remarque que les ondulations conservent toujours le même parallélisme, et que leur section diminue de plus en plus. Mêmes observations au large : les ondulations y sont parallèles entre elles, et à très peu près parallèles à celles de la passe. On y distingue toujours des zones alternatives de matières plus lourdes et de matières plus légères; on les distingue aisément, par de belles mers, à 20 mètres au moins de profondeur.

» Si l'on s'avance encore vers le large et qu'on sonde, en ayant soin de bien garnir de suif la base du plomb, on verra, après avoir halé la ligne, les zones dont nous avons parlé empreintes sur ce suif. Tantôt on ramènera une zone uniforme de matières lourdes, et alors le suif aura pris une forme convexe; tantôt on ramènera une zone de matières légères, et alors le suif aura pris une forme concave. Enfin, à de grandes profondeurs, on pourra ramener à la fois deux petites zones de matières, dont les pesanteurs seront différentes ; et alors on remarquera que les plus lourdes couvrent une protubérance, et les plus légères une dépression du suif.

» Ce sont ces considérations qui nous ont amené à reconnaître que, dans ces parages, l'agitation de la mer se fait sentir à une profondeur supérieure à celle qui avait été constatée par d'autres observateurs d'une manière moins précise.

» Nous regrettons de n'avoir pas eu les moyens et le temps de pousser nos recherches aussi loin que nous l'aurions desiré, la nature des fonds sur lesquels nous avons opéré se prêtant souvent à ce genre d'observations par les mélanges de matières de pesanteurs spécifiques et de couleurs très différentes dont ils étaient formés.

» La plus grande de nos sondes qui ait été rigoureusement constatée est celle de *cent quatre-vingt-huit mètres* (578 pieds), faite au nord-ouest

de la rade de Saint-Paul, sur un fond de sable et de gravier basaltiques, où l'existence des zones a été reconnue avec la plus grande évidence.

» Nous avons fait des sondes à une profondeur bien supérieure; et, quoiqu'il y ait pour nous la plus grande probabilité qu'elles ont donné des résultats analogues, cependant nous ne les citons pas parce qu'elles n'ont pas été renouvelées. »

Remarques de M. **Élie de Beaumont** *à l'occasion des Observations de* M. Siau.

« Le résultat auquel est parvenu M. Siau, en essayant de poursuivre jusqu'à leur dernière limite en profondeur les traces de l'agitation des vagues, devient plus intéressant encore lorsqu'on le compare aux faits connus relativement aux plus grandes profondeurs auxquelles on trouve dans la mer des animaux *fixés* au fond et obligés, par conséquent, d'attendre au passage leur nourriture. Il paraîtrait que les deux limites se rapprochent assez l'une de l'autre, et ne dépassent pas habituellement de beaucoup la profondeur de 200 mètres.

» M. de la Bêche a consigné à la fin de ses *Researches in theoretical Geology*, un tableau dressé par M. Broderip, où sont consignés, pour un grand nombre de coquillages, les limites supérieures et inférieures entre lesquelles on les trouve respectivement dans le sein de la mer. Il résulterait de ce tableau que les coquilles qui supportent les plus grandes profondeurs sont les térébratules, qu'on a trouvées adhérentes aux rochers jusqu'à 90 fathoms, ou 165 mètres.

» D'après les recherches de MM. Quoy et Gaymard, de M. Ehrenberg, de M. Darwin, et de plusieurs autres voyageurs modernes, il paraît que la plupart des polypiers *fixes* ne vivent qu'à de petites profondeurs. Le corail des côtes de l'Algérie est peut-être l'espèce de polypiers adhérents dont on a constaté l'existence aux profondeurs les plus considérables. M. Milne Edwards a dragué lui-même du corail, près de Bonne, à 100 brasses ou 162 mètres. On en drague quelquefois jusqu'à 120 brasses ou 195 mètres; mais les corailleurs pensent qu'il n'en existe plus au-delà de 150 brasses ou 244 mètres.

» On cite un madrépore pêché par Ellis, dans les mers du Groënland, à la profondeur de 420 mètres; mais c'était un *madrépore libre*, à support corné. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur quelques phénomènes électriques observés en Algérie pendant une nuit d'orage.*—(Extrait d'une Lettre d'un officier de l'armée d'Afrique à M. *Arago.*)

« Le 25 septembre 1840, par une pluie assez intense pour tuer les poulets dans l'espace de quelques minutes, par un orage d'une grande violence, on a remarqué les deux faits suivants, dont l'un est déjà connu et l'autre peut l'être moins.

» Les armes aux faisceaux ne manifestaient aucune phosphorescence; les armes portées aux bras par des soldats marchant à 1 ou 2 mètres au plus les uns des autres, brillaient par la pointe de leurs baïonnettes sur une longueur d'un pouce environ. Il ne se dégageait pas d'étincelles. Ce fait est connu, quoiqu'il se manifeste rarement avec une intensité semblable.

» Deuxième fait. Les gouttelettes de pluie qui restaient à l'extrémité des poils de mes sourcils et surtout de mes moustaches étaient phosphorescentes. Il n'y avait aucun feu; la nuit était tellement sombre, qu'il fallait attendre un éclair pour avancer de quelques pas, et en attendre un nouveau pour juger de la direction dans laquelle on pouvait faire quelques pas de plus. Les éclairs étaient assez rares pour que l'éblouissement ne pût durer encore et faire croire à une illusion. Enfin, en essuyant mes sourcils et mes moustaches, le phénomène cessait pour se renouveler aussitôt que quelques gouttelettes s'étaient fixées de nouveau sur l'extrémité des poils. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations de pluie par un temps serein.* — (Extrait d'une lettre de M. DE **NEVEU** à M. Arago.)

« Dans un article de *l'Annuaire du Bureau des Longitudes* (1840), après avoir dit que le phénomène de la pluie par un temps serein n'a pu être observé par MM. les officiers de *la Vénus* pendant leur séjour dans les parages ou M. le capitaine Beechey l'avait remarqué, vous ajoutez que « cette circonstance fortifiera encore le scepticisme de physiciens éminents qui croient pouvoir le révoquer en doute. » En lisant cet article, j'ai pensé que je devais essayer d'ébranler leur conviction, en apportant un nouveau témoignage, en venant confirmer l'existence de ce phénomène, que j'ai été à même d'observer ici, à Constantine, à 36° 22′ de latitude.

» Le 6 octobre 1840, à midi et 20 minutes, passant dans une des rues de la ville, je sentis quelques gouttes de pluie tomber sur mes mains; je levai la tête pour voir d'où elle provenait, et je n'aperçus pas de nuages au ciel. Une circonstance que je ne relate que pour faire voir combien on

peut être facilement induit en erreur, fut sur le point de me faire manquer cette observation. En jetant les yeux pour découvrir la cause de la pluie, je vis, au-dessus de moi, à une très petite distance de ma tête, un tuyau de poële d'où sortait de la fumée. La première idée qui me vint, fut qu'il sortait aussi de la vapeur d'eau qui se condensait en entrant dans l'atmosphère, et retombait ensuite en pluie fine sur mes vêtements; mais après avoir fait encore quelques pas, voyant le pavé mouillé légèrement, je ne pus douter qu'elle ne provînt des régions supérieures de l'atmosphère, et, pour m'en assurer mieux encore, je me rendis en toute hâte dans un lieu d'où je pouvais voir le zénith de la ville et tout l'horizon, sans être incommodé par les bâtiments.

» Je remarquai que le ciel était parfaitement découvert et qu'il n'existait que quelques petits nuages blancs à l'horizon, dont le plus rapproché était au moins à 80° du zénith de la ville, distance fort considérable. Pendant un instant la pluie continua de tomber, et le vent était si faible, que la direction des gouttes était presque perpendiculaire. Pour supposer raisonnablement qu'elles fussent produites par les nuages légers qui se trouvaient à l'horizon, il faudrait l'existence d'un vent d'une violence extraordinaire. Ces gouttes étaient de moyenne grosseur et fort espacées. La pluie a duré en tout 10 minutes. A ce moment les indications des instruments étaient :

Thermomètre centigrade à l'ombre...	24°,80
Baromètre......	0^m,7145
Hygromètre.....	78,00

Ces indications sont tout-à-fait analogues à celles des jours qui ont précédé et suivi le 6 octobre, et ne présentent rien d'extraordinaire.

» Je parlai à plusieurs personnes de ce phénomène: le docteur Périer, de la Commission scientifique, et quelques autres, m'assurèrent que le matin de ce même jour, vers 10 heures, ils avaient vu une pluie qui avait fort peu duré, dont les gouttes étaient fort grosses, et qu'il n'y avait aucun nuage au ciel.

» Je n'ai point vu de halos autour du soleil; seulement il m'a semblé que le bleu du ciel était un peu plus foncé que d'habitude.

» Le matin, à 7 heures, j'avais observé deux courants d'air: l'un du S.-O., l'autre du N.-O. Celui du N.-O. était inférieur à l'autre, et a disparu; celui du S.-O. a continué pendant toute la journée.

» Cette observation de pluie, je ne me le dissimule pas, n'est point dans les circonstances les plus favorables, puisqu'il a existé quelques petits nuages légers à l'horizon pendant la durée du phénomène, et que les incrédules saisissent avec avidité les moindres choses pouvant leur offrir un moyen d'étayer leur incrédulité. Il n'en reste pas moins constant que pendant cet espace de temps, je le répète, aucun nuage n'était plus près du zénith que 80°; que cet éloignement, joint à la direction perpendiculaire des gouttes, suffit pour m'affermir dans l'idée que MM. de Humboldt. Le Gentil et le capitaine Beechey n'ont point été abusés par des illusions, et que leurs rapports sont de la plus irréprochable exactitude. »

M. **Arago** annonce qu'il a pris connaissance de la Notice adressée par M. *Nizzoli*, agent consulaire à Zante, sur les *tremblements de terre* ressentis dans cette île, depuis le commencement du seizième siècle. Dans le plus grand nombre des cas, M. Nizzoli ne donne que la date de l'année; le mois est indiqué seulement pour onze de ces événements; cette Notice, comme M. Arago l'avait fait remarquer dans la séance où elle fut présentée, ne peut donc jeter aucun jour sur la question encore controversée de la plus grande fréquence des tremblements de terre dans certaines saisons. Un nouvel examen a montré que pour les autres questions qui se rattachent à ce point de la physique du globe, elle n'ajoute rien non plus à ce qui était déjà connu.

M. **Arago** annonce, d'après une Note qui lui a été communiquée par M. Robison, secrétaire de la Société royale d'Édimbourg, que des expériences vont être faites sur une grande échelle pour servir à vérifier la théorie de M. Russel sur la *moindre résistance des navires*.

Dans ces expériences la comparaison portera sur la marche de quatre frégates d'égales dimensions, munies de machines à vapeur de même poids et de même puissance (une puissance de 500 chevaux). Ces navires, qui doivent avoir même longueur (225 pieds anglais), même largeur et même hauteur, du pont à la quille, mais dans lesquels la ligne de flottaison (*water line*) doit se trouver différemment placée, sont: *the Clyde* déjà lancé, *the Forth* en construction, *the Spey*, et enfin *the Tay*. Ce dernier doit approcher, autant que possible, de la forme indiquée par la théorie; on estime que sa marche devra être de 16 milles par heure.

M. **Arago** met sous les yeux de l'Académie un ressort de chronomètre

sorti des ateliers de M. *Dent*, et doré avec une grande perfection au moyen des procédés galvaniques.

M. Arago rappelle à cette occasion qu'il a présenté à l'Académie une multitude d'objets en métal, dorés au moyen des mêmes procédés par M. *Perrot*, de Rouen. M. Perrot avait déjà aussi, à cette époque, des ressorts de montre dorés de la même manière, et, s'il n'en comprit pas dans le nombre des objets qu'il envoya, c'est qu'il attendait la fin d'une expérience dans laquelle il avait entrepris de dorer en même temps tous les mouvements d'une montre, de les dorer non-seulement en place, mais fonctionnant.

MÉTÉOROLOGIE. — *Résumé des observations météorologiques faites à Marseille, en 1840, par* M. WALZ.
(Communiqué par M. Arago.)

ÉTAT MOYEN ET POINTS EXTRÊMES AU THERMOMÈTRE CENTIGRADE A MARSEILLE, EN 1840.

MOIS.	Minim.	6 heures du matin.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Températ. moyenne.	Plus grande différence de température en 24 heures.	MAXIMUM.	MINIMUM.	Différence.
Janvier....	5°4	6°1	7°3	10°3	10°9	8°8	7°8	8°1	12°0 le 7.	15°9, le 3, à 3h du soir.	+ 0°3, le 10, à 6h du mat.	15°6
Février....	4,7	5,4	7,2	9,4	9,7	8,1	6,5	7,2	9,4 du 28 au 29.	16,3, le 2, à midi.	— 2,0, le 21, à minima.	18,3
Mars......	3,0	3,5	6,3	9,0	9,5	7,7	5,9	6,2	9,3 le 9.	13,9, le 17, à midi.	— 1,3, le 26, à minima.	15,2
Avril......	9,5	10,2	13,8	14,8	15,3	13,9	12,2	12,4	9,4 du 24 au 25.	20,6, le 25, à 3h du sr.	+ 3,6, le 1er, à minima.	17,0
Mai.......	13,2	14,5	17,7	19,2	19,4	18,2	15,9	16,3	13,7 le 1er.	25,9, le 31, à 3h du sr.	7,6, le 22, à minima.	18,3
Juin......	17,9	19,6	22,3	23,9	24,3	23,2	20,6	21,1	10,0 du 5 au 6.	28,3, le 14, à 3h du sr.	13,5, le 27, à minima.	14,8
Juillet.....	17,3	18,8	21,6	23,0	22,8	22,3	19,9	20,1	11,4 du 16 au 17.	27,2, le 19, à midi.	13,2, le 15, à minima.	14,0
Août	19,5	20,6	24,0	25,7	25,6	24,5	22,3	22,6	10,0 du 30 au 31.	29,9, le 28, à midi.	16,8, le 13, à minima.	13,1
Septembre.	16,1	16,9	20,2	21,5	21,5	20,2	18,7	18,8	9,7 du 7 au 8.	28,9, le 2, à 3h du sr.	10,5, le 21, à 6h du mat.	18,4
Octobre ...	11,1	11,9	14,1	16,5	16,8	15,3	14,1	13,9	12,7 du 6 au 7.	21,5, le 10, à midi.	5,4, le 27, à minima.	16,1
Novembre..	9,0	10,2	11,5	13,8	13,9	12,4	11,4	11,5	9,5 du 25 au 26.	19,1, le 9, à midi.	2,0, le 25, à minima.	17,1
Décembre..	4,4	5,9	6,6	8,8	8,9	7,6	7,0	6,7	8,7 du 1er au 2.	12,7, le 2, à 3h du sr.	— 5,0, le 17, à minima.	17,7
Moyennes...	10,9	12,0	14,4	16,3	16,6	15,2	13,5	13,8				

Suite du résumé des observations météorologiques.

ÉTAT MOYEN ET POINTS EXTRÊMES DU BAROMÈTRE DE L'OBSERVATOIRE ROYAL, A MARSEILLE, EN 1840, A 46m,6 AU-DESSUS DU NIVEAU DE LA MER.

MOIS.	6 heures du matin.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENCE.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Janvier......	760,69	761,57	761,10	760,62	760,86	761,11	767,36, le 15, à 9h du soir.	750,78, le 7, à 6h du matin.	16,58
Février......	756,77	757,20	757,03	756,52	757,06	757,56	769,90, le 25, à midi.	740,61, le 4, à 9h du soir.	29,29
Mars.........	757,33	757,78	757,22	756,72	757,15	757,79	770,36, le 8, à 9h du matin.	748,59, le 19, à 6h du matin.	22,77
Avril........	755,52	756,02	755,89	755,32	755,34	755,97	764,07, le 23, à midi.	745,59, le 5, à 6h du soir.	18,48
Mai..........	756,51	756,87	756,70	756,23	756,11	756,88	765,68, le 24, à midi.	747,87, le 10, à 3h du soir.	17,81
Juin.........	758,70	758,95	758,79	758,28	758,12	758,84	763,67, le 1er, à 9h du matin.	751,15, le 23, à 6h du matin.	12,52
Juillet......	757,43	757,62	757,41	756,98	756,74	757,41	760,77, le 1er, à 3h du soir.	753,07, le 17, à 6h du soir.	7,70
Août.........	756,89	757,17	756,94	756,63	756,34	757,02	760,52, le 28, à 9h du soir.	752,10, le 11, à midi.	8,42
Septembre....	757,40	757,86	757,81	757,11	757,17	757,76	763,27, le 10, à midi.	745,99, le 15, à 6h du matin.	17,28
Octobre......	755,85	756,48	756,17	755,69	755,90	756,33	766,71, le 14, à 9h du matin.	745,53, le 29, à 6h du matin.	21,18
Novembre.....	754,86	755,54	755,42	754,87	755,24	755,66	765,59, le 29, à midi.	746,72, le 13, à 6h du soir.	18,87
Décembre.....	757,12	757,70	757,45	757,01	757,34	757,66	773,11, le 27, à 9h du matin.	741,18, le 19, à midi.	31,93
Moyennes.....	757,09	757,56	757,33	756,83	756,95	757,50			

Suite du résumé des observations météorologiques.

ÉTAT DE L'ATMOSPHÈRE ET PLUIE EN MILLIMÈTRES, A MARSEILLE, EN 1840.

MOIS.	Pluie recueillie pendant le jour.	Pluie recueillie pendant la nuit.	TOTAL.	Plus grande quantité de pluie tombée en 24 heures.	Nombre de jours de : Pluie.	Entièrement couvert.	Très nuageux.	Nuageux.	Serein.	de gros vent	de tonnerre.	de grêle.	de neige.	de gelée.
	mm.	mm.	mm.	mm.										
Janvier...	3,6	0,4	4,0	2,1, le 17	7	1	5	5	6	3	0	0	0	0
Février...	18,9	51,8	70,7	28,3, le 15	4	6	9	2	3	9	0	0	1	3
Mars......	8,4	2,1	10,5	8,1, du 19 au 20	3	2	6	3	12	6	0	0	1	5
Avril......	22,3	17,9	40,2	12,3, le 2	12	7	4	7	6	3	3	1	0	0
Mai......	7,1	31,8	38,9	11,9, le 20	9	4	4	6	5	9	2	0	0	0
Juin......	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	2	7	8	6	0	0	0	0
Juillet.....	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	4	4	11	7	1	0	0	0
Août......	0,2	38,7	38,9	37,0, le 12	2	0	3	2	10	2	1	0	0	0
Septembre..	22,4	11,0	33,4	10,7, du 13 au 14	7	2	7	8	4	10	4	0	0	0
Octobre ...	47,1	16,6	63,7	50,5, du 28 au 29	7	4	5	3	6	9	1	0	0	0
Novembre..	61,4	108,2	169,6	120,6, du 2 au 3	10	9	6	4	8	7	1	1	0	0
Décembre..	32,3	35,9	68,2	27,9, du 17 au 18	10	12	4	3	2	4	0	0	1	2
Sommes...	223,7	314,4	538,1		71	47	59	54	81	75	13	2	3	10

NOMBRE DE JOURS DONT LE VENT A DOMINÉ DU (*)

MOIS.	N.	N.E.	E.	S.E.	S	S.O	O.	N.O.
Janvier...	0	1	2	1^{1}	0	0	2	21^{2}
Février...	0	1	1	8^{4}	0	0	1	8^{5}
Mars......	0	1	2	3	0	1	1	15^{6}
Avril......	0	0	3^{1}	2^{2}	0	3	8	7
Mai......	0	0	0	2^{5}	1	3	7^{1}	5^{3}
Juin......	0	0	0	2^{2}	0	2	11	8^{4}
Juillet.....	0	0	0	2^{1}	0	3	7	12^{6}
Août......	0	0	0	3^{1}	0	5	7	13^{1}
Septembre..	0	0	1	4^{8}	1	2	3	8^{5}
Octobre ...	0	0	0	5^{2}	0	1	5	11^{7}
Novembre..	1	2	2	2^{6}	0	0	2	13^{1}
Décembre..	0	0	11	2^{2}	1	0	0	9^{2}
Sommes...	1	5	22^{1}	36^{31}	3	20	54^{1}	130^{42}

(*) Les petits chiffres indiquent le nombre de jours de gros vent non compris dans les grands chiffres.

MÉTÉOROLOGIE. — *Résumé des observations météorologiques faites à Nijné-Taguilsk, pendant l'année* 1840, *par les ordres de* M. **Demidoff**. (Communiqué par M. Arago.)

MOIS.	BAROMÈTRE EN POUCES ANGLAIS RÉDUIT À 0°.				THERMOMÈTRE DE RÉAUMUR.			
	Moyenne.	Maximum.	Minimum.	Différence.	Moyenne.	Maximum.	Minimum.	Différence.
Janvier	29,45	30,07	28,73	1,34	— 10,12	— 0,5	— 29	28,5
Février	29,44	30,00	29,05	0,95	12,73	4,0	34	30
Mars	29,38	29,94	28,72	1,22	1,5	+ 14,0	19	33
Avril	29,26	29,65	28,93	0,72	+ 4,98	24,0	6	30
Mai	29,02	29,54	28,54	1,00	9,61	24,0	5	29
Juin	29,16	29,54	28,72	0,82	19,23	30,0	+ 11	19
Juillet	29,24	29,51	28,72	0,79	17,05	28,0	10	18
Août	29,21	29,44	28,88	0,56	11,17	27,0	0	27
Septembre	29,343	29,79	28,76	1,03	3,74	17,0	— 9	26
Octobre	29,53	30,07	29,16	0,91	— 3,1	3,0	17	30
Novembre	29,40	30,13	28,64	1,49	13,64	— 4,0	37,5	33,5
Décembre	29,58	30,45	28,94	1,51	14,10	3,0	33	30
Année 1840.	29,334	30,45	28,54	1,91	+ 0,882	+ 30,0	— 37,5	67,5

DIRECTION DES VENTS.

MOIS.	N.	N. E. N.	N. E	E. N. E.	E.	E. S. E.	S. E.	S. E. S.	S.	S. O. S.	S. O.	O. S. O.	O.	O. N. O.	N. O.	N. O. N.	Calme.
Janvier	5	1	10	»	1	»	9	11	11	4	2	3	12	»	15	1	8
Février	3	1	7	»	»	»	3	3	7	4	7	5	12	4	24	1	6
Mars	»	»	5	»	1	»	26	1	2	2	14	1	9	6	20	»	6
Avril	3	1	12	»	»	1	19	3	5	1	13	3	4	6	14	1	4
Mai	4	1	13	»	3	2	22	2	5	3	12	»	3	4	12	2	5
Juin	4	»	6	»	2	»	21	3	7	1	9	2	3	1	27	1	3
Juillet	12	5	11	3	1	2	14	3	8	»	5	»	1	5	18	4	1
Août	4	2	18	»	»	»	4	4	2	1	13	»	1	2	25	4	13
Septembre	»	3	5	»	»	»	3	1	1	5	11	2	8	8	26	10	7
Octobre	1	3	11	»	»	2	16	6	1	1	5	3	3	1	26	1	13
Novembre	»	1	24	»	1	»	4	12	2	2	9	»	2	3	9	»	21
Décembre	»	»	4	»	»	»	6	5	1	2	13	3	3	3	17	»	36
Année 1840	36	18	126	3	9	7	147	54	52	26	113	22	61	43	233	25	123

Suite du résumé des observations météorologiques.

MOIS.	ÉTAT DU CIEL.					PHÉNOMÈNES ATMOSPHÉRIQUES.			
	Beau fixe.	Variable.	Nuageux.	Couvert.	Brouillard	Neige.	Pluie.	Tonnerre.	Grêle.
	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.	jours.
Janvier	1	9	2	12	»	12	»	»	»
Février	13	3	7	6	»	7	»	»	»
Mars	9	5	11	6	»	8	»	»	»
Avril	7	3	13	7	»	7	8	»	»
Mai	7	9	7	8	»	3	15	4	1
Juin	10	9	10	1	»	»	21	7	»
Juillet	15	5	8	3	»	»	12	4	»
Août	3	8	13	7	»	1	31	1	»
Septembre	5	6	12	7	»	11	25	1	»
Octobre	2	5	3	21	»	18	7	»	»
Novembre	7	2	1	19	1	21	»	»	»
Décembre	11	6	»	13	1	16	»	»	»
Année 1840	97	70	87	110	2	104	119	17	1

REMARQUES.

» *Janvier.* — Le 1er à 1^{h} après minuit, et le 26 à 6^{h}30^{m} du soir, on a remarqué une petite aurore boréale.

» Le 2, depuis 9^{h} jusqu'à 11^{h} 30^{m} du matin, on a aperçu deux arcs-en-ciel: un de chaque côté du soleil. Leur distance mesurée par l'angle dont le sommet était à Nijné-Taguilsk, était de 40° 30'. — En janvier il y a eu deux grands froids : le 30, à 8^{h} du matin, le thermomètre de Réaumur marquait — 29° (baromètre à 0°, 30,01 ; ciel serein et calme). Le 31, à 8^{h} du matin, — 29 (baromètre 30,01 ; vent faible nord-est; ciel serein).

» *Février.* — Le 2, à 7^{h} 40^{m} du matin, on a remarqué deux soleils à une égale distance de l'horizon; le véritable se trouvait sur le côté gauche de l'autre, formant ensemble un angle de 25°. A mesure que le véritable se levait, l'autre se couchait; à 8^{h} il avait tout-à-fait disparu. De 8^{h} jusqu'à 9^{h} 30^{m} on a aperçu deux arcs-en-ciel, un de chaque côté du soleil. — Le 5, de 5^{h} 15^{m} jusqu'à 6^{h} 30^{m} du soir, on a remarqué une éclipse partielle. Des gelées assez fortes se sont fait sentir. Le 11, à 8^{h} du matin, — 27 Réaumur (baromètre 29,30 : vent sud, ciel serein) ; le 13, à 8^{h} du matin, — 34 au thermomètre à alcool (baromètre 29,62; vent faible nord-est; épais brouillard).

» *Avril.* — Du 4 au 5 il a plu pour la première fois.

» *Mai.* — Le 1er la glace de l'étang a été entièrement fondue. — Le 3, à 5^{h} 30^{m} du soir, on a entendu le premier coup de tonnerre. — Le 5, à 4^{h} du matin, la dernière gelée (— 5° Réaumur). — Les 17, 21, 24 et 25, il y a eu de violents orages avec des pluies abondantes. — Le 4, à 8^{h} du matin, le baromètre marquait la hauteur la plus petite de toute l'année, c'est-à-dire 28,54. (Thermomètre + 1 ; vent ouest; ciel couvert.)

» *Juin.* — Le 17 a été la journée la plus chaude. A 8^{h} du matin (le baromètre marquant 29,51; calme, et ciel serein), le thermomètre de Réaumur marquait à l'ombre + 25. A 3^{h} après midi, la chaleur a augmenté jusqu'à + 30° Réaumur (baromètre, 29,54); le soir + 25° Réaumur (baromètre également 29,54). Le 26, depuis 11^{h} 30^{m} du matin jusqu'à 6^{h} du soir, violent orage (baromètre, 29,07); vent nord-est (+21° Réaumur); pluie abondante. On a entendu de grands coups de tonnerre à 2^{h} 10^{m} de l'après-midi, à 4^{h} et à 5^{h} 10^{m}. Quelques personnes ont été étourdies, mais ces accidents n'ont pas eu de conséquences graves. — Le 27, à 11^{h} du matin, a commencé un violent orage qui a duré toute la journée, avec quelques in-

terruptions. (Baromètre, 29,09; thermomètre + 20°; vent nord-est). On a entendu de grands coups de tonnerre à 2 et à 6ʰ de l'après-midi.

» *Juillet.* — Le 14, de 7ʰ 15ᵐ jusqu'à 8ʰ du soir, il y a eu un ouragan venant du sud, avec violent orage et pluie. (Baromètre 28,93; thermomètre + 18,5.) — Le 17, de 2 à 5ʰ de l'après-midi, violent orage avec pluie abondante. (Baromètre 29,03; thermomètre + 18; vent nord-est-nord et brouillard.) On a entendu deux forts coups de tonnerre à 2ʰ 30ᵐ et à 4ʰ après midi. — Le 18, à 8ʰ du soir, on a vu un superbe arc-en-ciel au sud-est.

» *Août.* — Pendant la nuit du 26, première gelée (— 1° Réaumur). — Le 26, à 1ʰ de l'après-midi, il est tombé de la neige pour la première fois.

» *Septembre.* — Le 5, à 7ʰ 45ᵐ du soir, il y a eu des éclairs au sud-est. A 8ʰ du soir, on a entendu un coup de tonnerre, et il est tombé de la pluie. (Baromètre 29,23; thermomètre + 7; vent sud-est-sud.) L'orage et la pluie ont cessé à 9ʰ, mais les éclairs n'ont pas discontinué jusqu'à 10ʰ 30ᵐ du soir.

» *Octobre.* — Le 3, la terre a été couverte de neige, et l'hiver a commencé. L'étang a été gelé à — 12° Réaumur.

» *Novembre.* — Le 4, à 4ʰ du matin, — 30 Réaumur (baromètre 29,81; vent faible nord-est; ciel serein).

» Le 5, à 8ʰ du matin, — 32 Réaumur (baromètre 30,06; calme et brouillard).

» Le 30, grand froid — 37,5 au thermomètre à esprit de vin; ceux à mercure étaient gelés et étaient descendus à — 42; toute la journée épais brouillard; le baromètre a marqué, à 8ʰ du matin, 29,71; à 3ʰ, 29,70, et à 8ʰ, 29,71. Il ne faisait pas de vent. Environ une livre de mercure a été exposée à l'air, et en 7 minutes est devenue solide, de manière à ce qu'on pouvait la forger. Le métal est resté dans cet état toute la journée. Les oiseaux gelaient dans l'air.

» *Décembre.* — Le 1ᵉʳ, à 8ʰ du matin, — 33 Réaumur au thermomètre à esprit de vin; ceux à mercure étaient gelés et étaient descendus à — 37 Réaumur. (Baromètre, 29,79. Épais brouillard, point de vent.)

» Le 1ᵉʳ, le 2 et le 3, entre 11ʰ du matin et une heure de l'après-midi, on a aperçu des arcs-en-ciel sur les deux côtés du soleil.

» Le 9, de 6 à 9ʰ du soir, on a remarqué une aurore boréale; de même le 14, de 5ʰ du soir jusqu'à 3ʰ du matin.

» Le 29, à 6ʰ 30ᵐ du soir, on a aperçu un météore. Il paraissait de la grandeur d'un petit tonneau et avait une longue queue d'environ 7 sa-

gènes (15 mètres). Ce météore était composé de deux lignes, incarnat et bleu; sa radiation était tellement forte, qu'elle ressemblait à la lumière du soleil. Sa marche, qui était très rapide, se dirigeait du nord-est au sud-ouest. Il faisait entendre un bruit semblable à un sifflement. A $6^h 40^m$ un pareil météore a été vu à Vicino-Outkinsk.

» Le 30, le baromètre est monté à sa plus grande hauteur de l'année, c'est-à-dire 30,45, à 8^h du soir (thermomètre — 26° Réaumur; calme, ciel serein).

» *N. B.* Les pouces du baromètre sont des pouces anglais, et l'instrument toujours ramené par le calcul à la température zéro. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Lettre de* M. **Wartmann** *à* M. Arago, *sur la pluie boueuse du mois de février, et sur les météores lumineux du mois de mars.*

« Vous avez fait connaître à l'Académie des Sciences, séance du 15 mars dernier, les détails qu'un savant physicien italien, M. Matteucci, vous a transmis sur la *pluie de boue* qui est tombée à Bagnone, à huit milles de Pont-Tremoli, le 19 février de cette année. Ce curieux phénomène météorologique, sur lequel il est important de rassembler toutes les données possibles, a présenté ceci de remarquable, et qui mérite d'être noté, c'est qu'on l'a vu s'étendre à la fois sur *une surface de plusieurs lieues carrées*, savoir, à Bagnone, à Gênes, à Parme. Dans cette dernière ville, selon ce que m'écrit M. Colla, cette pluie singulière était colorée en jaunâtre et avait un goût amer métallique; à Gênes et dans ses environs elle a été plus abondante encore qu'à Parme.

» D'un autre côté, les renseignements que vous avez fournis à l'Académie le 29 mars, d'après M. le commandant Coudert, font voir qu'une pluie tout-à-fait analogue a aussi été remarquée dans certaines parties du département des Pyrénées-Orientales, par conséquent à une fort grande distance des lieux que j'ai nommés plus haut, et cela non point à la même époque, mais le 17 février, c'est-à-dire deux jours plus tôt qu'en Italie.

» Il devient donc intéressant de savoir si les échantillons de cette matière boueuse pulvérulente recueillis à Bagnone et à Vernet-les-Eaux, que cent-cinquante lieues séparent, présentent les mêmes éléments de composition, et quels sont ces éléments; aussi doit-on desirer que M. Berthier, à qui l'Académie a confié le soin de cette analyse, fasse connaître prochainement le résultat de son travail, qui intéresse autant les physiciens que

les météorologistes, et qui pourra peut-être fournir quelque lumière sur la cause et l'origine de ce phénomène.

» Les mois de février et de mars de cette année ont été riches en météores lumineux isolés, remarquables par leur éclat et leur grandeur extraordinaires. Indépendamment de celui dont a parlé M. Vérusmor (1), qu'on vit dans le département de la Manche, le 25 février, vers 3 heures de l'après-midi, et qui tomba sur un édifice situé dans la commune de Chanteloup, arrondissement de Coutances, auquel il mit le feu, un autre météore a été observé à Parme, le 27 du même mois de février, à 4 heures 40 minutes du matin, temps vrai : selon la description que m'en donne M. Colla, il était très éblouissant, son disque *surpassait en grandeur celui de la pleine Lune*, et il avait un noyau opaque; après avoir paru descendre verticalement avec assez de lenteur, il s'est effacé dans l'espace, sans faire entendre aucune décrépitation, et en laissant après lui une lumière blanche très vive qui a persisté pendant quelques secondes.

» Un troisième météore a été observé à Guastalla (duché de Parme), le 8 mars, vers neuf heures et demie du soir, temps civil. Il avait l'aspect d'un globe de feu dont la grandeur apparente égalait pour le moins quatre fois celle de Jupiter; il répandait une lumière plus vive que celle de la pleine Lune qui était alors levée, et, en décrivant lentement sa trajectoire du nord-est vers le sud, à une hauteur de 24 ou 25° au-dessus de l'horizon, il lançait par intervalles des jets lumineux. Après avoir été visible pendant près de *deux minutes*, il s'éteignit dans le voisinage de la Lune, et sa disparition fut suivie d'une explosion assez forte quoique lointaine. A Parme, où ce météore a aussi été observé avec les mêmes apparences, on n'a point entendu de bruit.

» Un quatrième météore lumineux, qui fut suivi d'une détonation, a été vu, la nuit du 21 au 22 mars, par M. Clesse, à Commercy, et aussi par d'autres personnes, à Sainte-Menehould, dans le département de la Meuse (2).

» Un cinquième météore a été vu à Genève, le 24 mars, à 10 heures 5 minutes du soir, temps moyen, par un ciel pur et sans Lune; sa grandeur optique égalait huit ou dix fois celle de Vénus; il avait un disque circulaire bien distinct, qui répandait une lumière bleuâtre si vive, que les objets à terre en étaient éclairés; toutefois, malgré son incandescence apparente, ce météore n'a présenté ni étincelle, ni coruscation; il a pour-

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 15 mars 1841, n° 11, page 514.

(2) *Comptes rendus*, séance du 12 avril 1841, n° 15, page 662.

suivi sa trajectoire avec assez de lenteur du nord-est au sud-ouest, en se projetant devant les constellations de la grande Ourse, du Lynx, puis du Cancer, où il a disparu spontanément et sans bruit, après avoir brillé pendant 45 secondes.

» Enfin, un sixième météore a été observé à Genève le 30 mars à $9^h\ 2^m$ du soir, temps moyen, par un ciel quelque peu nuageux. A son apparition près des étoiles ε et ζ des Gémeaux, il avait une couleur blanche très vive, qui a passé ensuite au rouge orangé; sa forme était plutôt ovoïde que sphérique, et sa grosseur égalait à peu près le quart ou le cinquième de la surface de la Lune; la trajectoire parabolique, qu'il a décrite lentement de l'est à l'ouest, était presque horizontale et au-dessous des nuages : après avoir été un moment stationnaire, il a semblé s'abaisser, en laissant à sa suite une traînée ou gerbe lumineuse qui a persisté plusieurs secondes, puis il a disparu tout-à-coup en l'air, avant d'atteindre le sol, sans qu'aucune décrépitation ait été entendue. Ce brillant météore qui n'était probablement pas très élevé, et qu'on a pu suivre pendant une minute et un quart, a présenté, à deux observateurs, le phénomène particulier d'un mouvement intestin qui était surtout sensible vers le milieu du disque.

» Je ne terminerai pas ces lignes, Monsieur, sans vous adresser des remercîments pour le zèle empressé et le soin que vous avez mis à publier, en entier, dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie*, le Catalogue des principales apparitions d'étoiles filantes rédigé par M. Chasles. C'est un document utile, qui a nécessité bien des recherches, et dont les météorologistes, je n'en doute pas, sauront gré à l'auteur. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'un coup de tonnerre accompagné de sifflement; explication générale du bruit de ce météore; par* M. **Tessan**, ingénieur hydrographe.

« Dans la nuit du 18 au 19 septembre de l'année dernière (1840), vers minuit, étant sur la route d'Avignon à Remoulin, non loin de cette dernière ville, la voiture dans laquelle je me trouvais s'embourba au haut d'une montée, et là se trouva assaillie par un violent orage, qui passa et repassa jusqu'à trois fois au-dessus du point occupé par la voiture. Les éclairs, d'un éclat effrayant, se succédaient avec une extrême rapidité, et étaient presque instantanément suivis d'horribles coups de tonnerre, suivis eux-même d'averses diluviennes.

» Je me dépouillai prudemment de tout le métal que je pouvais avoir sur moi, dans la prévision que la voiture serait foudroyée, tant à cause de sa position élevée, que de la grande quantité de fer qui entrait dans sa construction. Tout-à-coup un éclair encore plus vif que les précédents, fait entendre un sifflement assez fort, accompagné d'un épouvantable fracas de tonnerre. L'éclair, le sifflement et le fracas me parurent simultanés, ainsi qu'aux deux personnes qui étaient avec moi dans le coupé; je crois cependant que c'est bien dans cet ordre-là que les sensations se succédèrent. Je ne doutais pas que la voiture n'eût été foudroyée; mais, comme il pleuvait à torrent, je ne pus, à regret, m'occuper de vérifier le fait.

» On n'aperçut, toutefois, aucun dégât dans la voiture lors du déballage des effets des voyageurs, à Nîmes. La foudre a-t-elle trouvé un conducteur assez parfait dans la voiture? ou bien a-t-elle frappé quelque arbre voisin? C'est ce que je ne puis dire. Toujours est-il que les journaux de la localité (Avignon, Nîmes), en rendant compte des nombreux dégâts causés par cet orage, signalèrent la chute du tonnerre sur plusieurs points aux environs de celui que nous occupions.

» Cette observation du sifflement de la foudre me paraît très importante, en ce qu'elle vient à l'appui des objections déjà très fortes que soulève la théorie de Robert Hook sur le bruit du tonnerre.....................

» La plupart des physiciens, et M. Poisson en particulier, dans sa *Théorie mathématique de l'électricité,* admettent que c'est la *répulsion mutuelle* des particules du fluide électrique, qui les fait se porter à la surface des corps conducteurs; que les molécules de ces corps n'interviennent dans le phénomène que par la *libre circulation* qu'elles laissent à l'électricité; que les molécules des corps conducteurs n'exercent directement ni attraction ni répulsion sur les particules du fluide électrique libre; qu'il n'y a aucune adhérence entre ce fluide et elles. Ils admettent que l'électricité n'est retenue à la surface des corps conducteurs que par la résistance que le corps non conducteur ambiant (l'air sec) oppose à l'expansion indéfinie de l'électricité.

» Il résulte de là que le corps conducteur n'intervient dans la distribution qui se fait du fluide électrique à sa surface, que par la forme que cette surface fait prendre au corps non conducteur ambiant; que rien ne serait changé si l'on venait à anéantir le corps conducteur, en conservant seulement la forme de sa surface. La distribution de l'électricité resterait la même, ainsi que la pression qu'elle exerce de dedans en dehors sur le corps non conducteur ambiant, qui ne peut arrêter son expansion in-

définie qu'en opposant de dehors en dedans une pression égale à la pression électrique dirigée en sens contraire.

» Si donc on a deux corps conducteurs de forme exactement la même, et placés dans l'air atmosphérique sec à la pression ordinaire, et qu'on vienne à électriser l'un d'eux, celui-là éprouvera en chaque point de sa surface une pression moindre que l'autre resté à l'état neutre. Elle sera moindre de toute la force avec laquelle l'électricité presse l'air de dedans en dehors en ces mêmes points.

» La pression atmosphérique que supporte le corps électrisé peut donc être considérablement diminuée; elle peut même devenir nulle (ce qui a lieu dans les points d'où s'échappent des étincelles électriques). Puisqu'il n'y a aucune action, ni réaction, ni adhérence entre le fluide électrique et les molécules du corps conducteur, il en résulte que la surface de ce corps est réellement soulagée de toute la partie de la pression atmosphérique que supporte le fluide électrique.

» Cette diminution de pression ne produit pas d'effet très sensible sur les corps conducteurs ordinaires, qui sont tous ou solides ou liquides; mais elle doit en produire de très grands sur un corps conducteur gazeux, tel qu'un nuage. En effet un pareil corps conducteur doit se dilater indéfiniment à mesure qu'on l'électrise davantage, puisque la pression à laquelle il est soumis extérieurement, diminue à mesure que sa charge électrique augmente, et que dès-lors la force élastique du gaz conducteur intérieur n'est plus suffisamment équilibrée par la pression extérieure.

» La dilatation du gaz conducteur devra être toujours telle que sa force élastique propre, ajoutée à la force d'expansion du fluide électrique, soit en chaque point égale à la pression atmosphérique extérieure.

» On ne peut pas douter qu'un nuage ne soit un corps assez bon conducteur, puisque l'hygromètre s'y maintient à près de 100 degrés. On ne peut pas douter non plus que l'air transparent ambiant ne soit un corps mauvais conducteur, puisqu'il permet l'accumulation de quantités considérables d'électricité sur les nuages.

» Les nuages doivent donc se dilater (et cela quelquefois de quantités énormes) quand ils viennent à être électrisés. Il doit résulter de cette dilatation, du froid et une diminution très sensible de densité: deux choses très utiles pour les théories de la grèle et de la suspension des nuages. La dilatation devant surtout se faire par les points où la charge électrique est le plus grande, et l'électricité se portant principalement vers les pointes, il doit en résulter que le nuage s'allongera toujours dans le même sens;

ce qui pourrait bien être la cause de la forme pyramidale des nuages orageux et de la formation des trombes tranquilles.

» Si un nuage est chargé d'électricité, presque au point de donner des étincelles, sa dilatation sera très considérable puisque en certains points la force d'expansion de l'électricité sera presque égale à la pression de l'air extérieur, et que par conséquent la force élastique propre du nuage sera presque nulle. Si dans cet état une forte étincelle électrique vient réellement à partir, le nuage sera, du moins en partie, déchargé de son électricité, et l'air extérieur n'étant plus retenu par la force expansive du fluide électrique qui lui faisait équilibre, se précipitera de toutes parts vers le nuage, surtout vers le point d'où a jailli l'étincelle; ce qui devra produire *dans la région qu'il occupe un bruit très fort et très grave*, et déterminer en outre une grande précipitation de vapeur. N'est-ce pas là la cause du bruit du tonnerre et de l'averse qui le suit?

» Les états électriques des divers nuages qui composent un orage étant solidaires les uns des autres, la décharge de l'un d'eux doit souvent amener la décharge de plusieurs autres plus ou moins éloignés. D'ailleurs les différences de densité entre l'air extérieur et celui des nuages étant très considérable à cause de la dilatation de ceux-ci, il doit en résulter, dans la région qu'ils occupent, de très fortes réflexions et réfractions du son; ce qui causera et les éclats et le roulement du tonnerre.

» Cette explication du bruit du tonnerre me paraît ainsi s'accorder parfaitement avec les cinq qualités que l'oreille lui reconnaît (éloignement, direction, timbre, intensité, et ton); et comme elle repose sur une des propriétés les plus généralement reconnues de l'électricité, elle me semble parfaitement admissible.

» Si une grande étendue d'air placée non plus dans la région des nuages, mais à la surface de la terre, se trouve dans un état électrique analogue à celui d'un nuage orageux (ce qui peut arriver sans que la température de cet air soit troublée, puisqu'il suffit qu'il soit très chargé de vapeur d'eau dissoute), et que cette masse vienne tout-à-coup à perdre son électricité, l'air sec ambiant se précipitera de toutes parts vers l'espace occupé par l'air humide dilaté, et il devra en résulter, ce me semble, un véritable *ouragan tourbillonnant*.

» L'état électrique des masses gazeuses de l'atmosphère, rendues plus ou moins conductrices par la vapeur d'eau visible ou invisible, me semble devoir occuper une place importante dans les causes des vents accidentels, par les vairations subites et considérables de pression et de densité qui doivent en résulter. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Courants périodiques d'astéroïdes.*

M. **Erman**, professeur à l'Université de Berlin, qui avait adressé l'an passé (6 janvier 1840) un Mémoire sur les effets optiques et les effets thermiques des conjonctions du Soleil avec les astéroïdes du 10 août et avec ceux du 13 septembre, envoie de nouvelles recherches auxquelles il a été conduit, par celles que M. Chasles a communiquées récemment sur l'apparition de ce phénomène dans les siècles passés.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Réclamation de priorité à l'occasion des turbines; par* M. **Fourneyron.**

M. Burdin, à l'occasion de sa candidature pour la place de correspondant de l'Académie, a rédigé une Notice de ses titres qui est actuellement sous les yeux de la section de Mécanique et dans laquelle M. Fourneyron a remarqué ce passage :

« Sans rien ôter au grand mérite de mon ancien élève M. Fourneyron,
» qui a exécuté et perfectionné les turbines avec tant d'habileté et de saga-
» cité, j'oserai cependant avancer ici qu'on m'est redevable de ce nouveau
» et important système de machines, d'après les précédentes citations. »

M. Fourneyron ne pense pas que le public soit, sous aucun rapport, *redevable* à M. Burdin de la turbine, « recevant l'eau sur toute la circonfé-
» rence à la fois; propre à marcher sous l'action de l'eau tombant de toutes
» les hauteurs possibles; capable des plus grandes dépenses sous les plus
» petites dimensions. »

M. Fourneyron combat la thèse de M. Burdin par une comparaison de dates. Il appuie aussi ses titres de propriété sur l'opinion écrite de M. Poncelet, de M. d'Aubuisson et de M. Burdin lui-même.

M. Poncelet, dans sa *Théorie des effets mécaniques de la turbine Fourneyron*, appelle cette turbine, « un moteur puissant, en tous points
» comparable pour l'élégance et la simplicité des dispositions, à cette admi-
» rable machine due à quarante années de travaux d'un homme de
» génie tel que Watt. »

M. d'Aubuisson écrivait le 25 avril 1827 à M. Fourneyron :

« Il me reste encore à vous parler de la lettre que M. Burdin m'a
» écrite, en m'envoyant un petit écrit qu'il vient de faire et dans lequel il

» ne se donne aucun titre ni droit à la turbine de *Gisors et autres sembla-*
» *bles*, et dans lequel il parle de vous avec le plus grand éloge.......

» Ainsi, vous voyez que tout est fini ; que M. Burdin n'a plus aucune
» prétention sur les turbines immergées ; jouissez tranquillement de
» l'honneur et du profit. Sous l'un ou l'autre de ces rapports il n'est pas
» aussi heureux; il fait une assez forte critique de ses turbines d'Ardes et
» de Pont-Gibaud (qui d'ailleurs, ne sont que des imitations de deux ma-
» chines d'Euler, ainsi que je le dis dans mon Traité, pages 389 et 390),
» et il leur substitue celle qu'il vient d'établir à Bourg-Lastic, et qui,
» après tout, n'est que la *Danaïde*. »

Dans une lettre de M. Burdin à M. Fourneyron, on lit :

« J'ai vu et admiré *votre* machine. C'est parfait sous le rapport de l'exé-
» cution et de l'*intelligence*. »

« J'ai été indigné, écrivait M. d'Aubuisson à M. Fourneyron, le 14 fé-
» vrier 1838, à la lecture d'une Note insérée dans le *Compte rendu des*
» *séances de l'Académie des Sciences,* d'après laquelle M. Francis dit que
» M. Burdin avait tout fait en théorie et préceptes pour les turbines, et
» qu'on n'avait pas besoin de vous pour en tirer parti. J'aime beaucoup
» M. Burdin, que j'ai eu sous mes ordres aux mines de Rancié (Ariége),
» avant qu'il allât à Saint-Étienne ; j'en ai donné des preuves dans mon
» *Traité d'Hydraulique. Mais je déclare que tout ce qu'il a fait et pu-*
» *blié n'a absolument que le* NOM de commun avec vos machines. Votre
» principe, votre invention : établir le rouet hors et au bas d'un court
» cylindre creux, mener l'eau dans ce cylindre, le percer dans sa partie
» inférieure d'orifices lançant convenablement l'eau sur les aubes du
» rouet, aubes convenablement disposées à cet effet : *tout cela est entière-*
» *ment de vous,* et c'est toute votre machine ; ajoutez-y, si vous voulez,
» votre vanne circulaire formant la partie supérieure des orifices. ET QUI
» VOUS LA DISPUTERA? La théorie! elle est de Borda. Que dit cette théorie?
» Que l'eau doit entrer dans les aubes sans choc et en sortir sans vitesse;
» et que, pour qu'il en soit ainsi, il faut que la roue ait une vitesse déter-
» minée. Eh bien! vous doublez et triplez cette vitesse normale, et vous
» avez encore, à très peu près, un même effet, et il y a choc, etc. Votre
» machine vous mènera loin à tous égards. »

M. Fourneyron croit que les prétentions contre lesquelles il s'élève dans la Note dont nous venons de donner l'analyse, ont tenu à la *fâcheuse pensée* qu'il a eue d'appeler sa machine du nom générique de turbine.

M. Proeschel prie l'Académie de vouloir bien charger une Commission de faire un rapport sur un moyen qu'il a imaginé pour mettre à l'abri de l'*humidité des habitations*.

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Gambey, Boussingault, Séguier.)

M. Diday adresse en son nom et celui de son collaborateur M. **Pétrequin**, quelques remarques sur la réclamation de priorité élevée par M. *Garcia* relativement à l'histoire de la voix sombrée (voir le *Compte rendu* de la séance du 19 avril, p. 692).

« Le seul point, dit M. Diday, sur lequel M. Garcia nous conteste la priorité est l'immobilité du larynx dans les divers tons de la voix sombrée ; or il y a loin de l'indication d'un fait à sa systématisation en corps de doctrine. Ainsi, en supposant même (ce que nous sommes loin d'admettre), qu'il ait le premier signalé la fixation du larynx, il nous resterait encore la théorie physiologique que nous avons établie sur l'observation du phénomène, théorie essentiellement différente de celle de M. Garcia.

» .... Pour établir sa priorité M. Garcia invoque le souvenir de ses élèves et le témoignage de quelques médecins distingués. Nous pourrions, nous aussi, fournir des arguments de ce genre et nous ne reculerions pas devant une pareille enquête, si elle devait produire un résultat. Mais qui ne sait qu'admettre dans les questions d'antériorité la preuve testimoniale, ce serait ouvrir la porte à d'interminables et d'irritantes discussions. Le seul moyen de prendre date est de publier ses idées ou de les présenter à un corps savant. Or sur ces deux points nous sommes en mesure avec M. Garcia. Le *dépôt de notre travail à l'Institut a précédé le sien de cinq mois et demi ;* et quant à la publication, outre celle que nous avons faite dans la *Gazette médicale* en mai 1840, nous rappellerons que dès juillet 1839, nos idées sur la voix sombrée étaient assez répandues pour que nous ayons alors jugé nécessaire de prendre date en insérant dans une thèse soutenue à la Faculté de Médecine, et signée de notre nom, la proposition suivante : « Un changement de ton peut être produit sans dé-» placement du larynx; on s'en assure en touchant du doigt cet organe » chez un homme qui chante *en couvrant la voix* ou en *sombrant*, ex-» pression usitée chez les chanteurs de profession » (voyez *Thèses de Paris*, 9 juillet 1839, page 63). »

M. Ducros prie l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Com-

mission chargée de faire un rapport sur un Mémoire qu'il a présenté, et qui a pour titre : « Traitement de la *surdité*, de la surdi-mutité, de la phthisie gutturale ou acquise, et de diverses affections nerveuses par la *cautérisation pharyngienne* et par d'autres médications adjuvantes. » M. Ducros souhaiterait pouvoir faire sous les yeux de MM. les Commissaires les expériences nécessaires pour constater l'efficacité de la méthode de traitement qu'il recommande, et la prolongation de son séjour à Paris étant préjudiciable à ses intérêts, il desire que ces expériences puissent être faites le plus tôt possible.

M. Sochet écrit qu'il a adressé à l'Académie, par l'intermédiaire de M. *Ch. Dupin*, un Mémoire sur la distillation de l'eau de la mer.

Ce Mémoire n'est pas encore parvenu à l'Académie.

Une partie de la Lettre de M. Sochet est relative à une question de priorité qui sera débattue entre lui et M. Pelletan, relativement à la compression de la vapeur et à l'emploi de la chaleur latente rendue libre par ce moyen pour produire une nouvelle quantité de vapeur. Une autre partie de la même lettre a rapport au moyen de *transformer en peu de temps des navires ordinaires en navires à vapeur* en leur appliquant, suivant un mode simple et peu couteux d'installation, les *locomotives* ordinaires des chemins de fer.

M. Sellier écrit relativement à différents cas dans lesquels on a vu des *paratonneres frappés par la foudre*, et notamment à un événement de ce genre qui a dû avoir lieu à Paris le 23 avril dernier. Il rapporte à cette occasion l'opinion qu'il a soutenue par de précédentes communications sur le pouvoir préservatif des corps peints en noir.

Une Commission, composée de MM. Arago, Becquerel, Pouillet, Babinet, est invitée à recueillir des renseignements sur les effets du coup de foudre du 23 avril, et à communiquer à l'Académie les résultats auxquels elle sera arrivée.

PHYSIQUE TERRESTRE. — *Hauteur des vagues ; par* M. Henri de Missiessy, *enseigne de vaisseau.* (Note communiquée par M. *Arago.*)

« Dans un terrible coup de vent reçu à la hauteur des Açores, et qui dura du 9 au 22 février 1841, M. de Missiessy, embarqué sur le brick *le Sylphe*, marchant de conserve avec le brick *le Cerf*, s'attacha à déterminer où aboutissait, sur la mâture de ce second bâtiment, le rayon visuel mené

tangentiellement aux crètes de deux vagues consécutives. Cette observation lui donna pour la hauteur maximum des vagues de 13 à 15 mètres. »

A.

MICROGRAPHIE. — *Appareil pour voir la circulation du sang d'une manière très simple et propre à servir à la démonstration dans l'enseignement public; par* M. **Al. Donné.**

« Cet appareil se compose d'une petite boîte renfermant une grenouille dont la langue est convenablement disposée pour y voir la circulation du sang, dans les artères, dans les veines, dans le réseau capillaire, et même dans l'intérieur des follicules; une loupe composée est adaptée à cette boîte, en face d'un trou qui permet de recevoir directement la lumière du ciel, ou celle d'une bougie, suivant les circonstances; un faible grossissement suffit pour voir la circulation du sang dans l'intérieur de la langue tirée hors de la bouche de l'animal, et étendue comme une membrane. L'un des appareils présentés à l'Académie a été construit par M. Georges Oberhaüeser; l'autre par M. Soleil, opticien, d'après le modèle de M. Donné. »

F.

M. de Gérard adresse un *paquet cacheté*.

L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 5 heures.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 17, in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, SAVARY, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT et REGNAULT; 3e série, tome Ier, mars 1841, in-8°.

De l'application de la Ventilation forcée aux magnaneries; par M. D'ARCET. (Extrait du 4e numéro des *Annales de la Société séricicole.*) In-8°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; tome XXVIII, 162e livraison; avril 1841, in-8°.

Annales maritimes et coloniales; 26e année, avril 1841, in-8°.

Académie royale de Médecine. — Rapport présenté à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, par l'Académie royale de Médecine, sur les Vaccinations pratiquées en France pendant l'année 1838; in-8°.

Société anatomique de Paris; 16e année, Bulletins nos 1 et 2, in-8°.

Les Calculs d'intérêts réduits à l'Addition; par M. J. THOYER. (*Méthode approuvée par l'Académie des Sciences, sur le Rapport de* M. Cauchy, *et adoptée par la Banque de France.*) In-8°.

Chimie judiciaire. — Mémoire sur les Incendies et Inflammations spontanées; par M. A. CHEVALIER; in-8°.

Journal des Connaissances nécessaires et indispensables; par le même; mai 1841, in-8°.

Essai sur les Instruments et sur les Tables de navigation et d'astronomie; par M. RICHARD; Brest, 1840; in-8°.

Recherches anatomiques, pathologiques et thérapeutiques, sur les Maladies des organes urinaires et génitaux, considérés spécialement chez les hommes âgés; par M. A. MERCIER; 1841, in-8°.

Mémoire sur certaines perforations spontanées de la vessie non décrites jusqu'à ce jour; par le même; in-8°.

Mémoire sur les inflammations, ulcérations et fistules de l'urètre, produites et entretenues par le séjour des sondes dans ce canal; par le même; in-8°.

Société d'Agriculture, Sciences et Belles-Lettres de Rochefort; par M. VIAUD; feuille in-8°.

Notice sur la rupture de l'appareil de M. Thilorier pour la préparation de l'acide carbonique et sur la mort de M. Hervy; par M. CHEVALIER. (Extrait du *Journal de Chimie médicale*, février 1841.) In-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; tome VII, mai 1841, in-8°.

Journal des Haras, des chasses, des courses de Chevaux; mai 1841, in-8°.

Journal des Connaissances utiles; avril 1841, in-8°.

Bibliothèque universelle de Genève; mars 1841, in-8°.

Coup d'œil sur l'état actuel de nos connaissances en électricité; par M. A. DE LA RIVE. (Extrait des *Archives de l'Électricité*, supplément à la *Bibliothèque universelle de Genève.*) In-8°.

Notice sur un procédé électro-chimique ayant pour objet de dorer l'Argent et le Laiton; par le même. (Extrait de la *Bibliothèque universelle de Genève.*) In-8°.

The Journal... *Journal de la Société royale de Géographie de Londres;* vol. X, 3e partie, in-8°.

The Annals.... *Annales d'Électricité, de Magnétisme et de Chimie;* janvier, février, mars et avril 1841, in-8°.

The London... *Journal de Sciences et Magasin philosophique de Londres, Edimbourg et Dublin;* avril 1841, in-8°.

The Athenæum; part. 159, mars 1841, in-8°.

Guy's hospital... *Comptes rendus de l'Hôpital de Gui; publiés par* MM. BARLOW et BABBINGTON; n° 9, octobre 1839; 10, avril 1840; 11, octobre 1840, et 12, avril 1841; in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 422, in-4°.

Dell' arte... *Mémoire sur l'art de filer le Verre; par* M. A. Bellani; brochure in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome IX, n° 18, in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n° 52—55.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 200, in-8°.

La France industrielle; jeudi 29 avril 1841.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 MAI 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Biot** commence la lecture de son *travail sur la polarisation lamellaire*. Il en expose les phénomènes fondamentaux devant l'Académie. Il continuera cette lecture dans la séance prochaine; et quand elle sera terminée il en donnera un résumé dans le *Compte rendu*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Réflexions sur les principes fondamentaux de la théorie des nombres; par* M. **Poinsot**.

I.

« 1. Je me propose de parcourir et de démontrer dans cet écrit les principales propositions qui servent de base à la théorie des nombres. Quoique les géomètres en aient déjà donné des démonstrations plus ou moins ingénieuses, je ne crois pas inutile d'en présenter encore de nouvelles, qui me paraissent à la fois plus simples et plus directes, ou qui, étant tirées d'un nouvel ordre de considérations, sont propres à jeter un nouveau jour sur les théorèmes.

» 2. Ces démonstrations pourraient entrer facilement dans nos ouvrages élémentaires, et par là contribuer, bien plus qu'on ne l'imagine, aux véritables progrès de la science. Car, si la théorie des nombres est encore peu avancée, malgré les efforts des plus grands géomètres, ce n'est point uniquement à la difficulté propre de la matière qu'on doit attribuer la lenteur de ces progrès: elle tient peut-être encore plus à cette espèce d'isolement et d'abandon où l'on a laissé jusqu'ici cette première partie de nos études mathématiques. Il faut observer que la théorie des nombres est tout-à-fait négligée dans nos éléments, et que l'esprit ne s'y exerçant pas d'assez bonne heure, n'est peut-être plus capable de s'en rendre ensuite les principes assez familiers. Les anciens y donnaient plus de soin dans leurs ouvrages; on dirait qu'ils en avaient mieux senti l'importance, et leurs livres, à cet égard, ont encore de l'avantage sur les nôtres. Mais depuis long-temps il semble que les auteurs aient regardé la théorie des nombres comme une spéculation singulière, qui ne se lie à rien ni dans l'Analyse ni dans la Géométrie, et qui n'offre ainsi à l'esprit que des vérités plus curieuses qu'utiles. A peine en trouve-t-on quelques traces dans les traités ordinaires d'Arithmétique et d'Algèbre. Et cependant, pour peu qu'on y veuille réfléchir, il est aisé de voir que cette arithmétique transcendante est comme le principe et la source de l'algèbre proprement dite. C'est une vérité qu'on pourrait établir par le raisonnement, comme je le montrerai tout-à-l'heure, mais qu'on peut aussi prouver en quelque sorte par l'expérience. Car, observez que ce peu qu'on ajoute de temps à autre à l'algèbre vient du peu qu'on découvre par intervalles dans la science des propriétés des nombres. On en a surtout un bel exemple dans cet heureux rapprochement qui a fait connaître à M. Gauss la résolution algébrique des équations binomes de tous les degrés, et la nature des nombres premiers par lesquels on peut diviser régulièrement le cercle au moyen de la règle et du compas. C'est un pas inattendu et bien remarquable, que la théorie des nombres a fait faire à la fois à l'algèbre et à la géométrie. L'algèbre, à son tour, par ses signes, et la géométrie même par ses figures, peuvent s'appliquer aussi heureusement à la théorie des nombres, y faire éclore de nouvelles idées et de nouveaux théorèmes, indiquer de nouvelles routes dans la science, et nous apprendre enfin quelque chose sur l'art encore inconnu de nous y conduire. C'est ce que j'ai tâché de montrer d'une manière assez frappante, dans un Mémoire étendu où j'ai donné le premier essai de cette singulière application, et où l'on a vu les imaginaires mêmes servir à la représentation analytique de certains nombres dont la loi nous était entièrement inconnue.

» Ces rapprochements et quelques autres semblables, montrent assez la liaison de l'algèbre et de la théorie des nombres : mais, comme je l'ai dit plus haut, c'est ce qu'on peut voir aussi, indépendamment de ces exemples, et pour ainsi dire *à priori*, en s'élevant à l'idée qu'on doit se faire de la science mathématique considérée de la manière la plus générale. Cette réflexion mérite d'être développée.

II.

» 3. On définit ordinairement les mathématiques la science des *grandeurs* en général, ou la science des *quantités*, c'est-à-dire, au fond, la science des *rapports*; c'est la définition la plus générale qu'on ait donnée jusqu'ici du mot de mathématiques. Mais, quoique cette définition paraisse embrasser la science tout entière, il me semble qu'elle n'en donne encore une idée ni assez profonde ni assez étendue. Les mathématiques ne sont pas seulement la science des rapports, je veux dire que l'esprit n'y a pas uniquement en vue la *proportion* ou la *mesure*; il peut encore considérer le *nombre* en lui-même, l'*ordre* et la *situation* des choses, sans aucune idée de leurs rapports, ni des distances plus ou moins grandes qui les séparent. Si l'on parcourt les différentes parties des mathématiques, on y trouve partout ces deux objets de nos spéculations.

» 4. Ainsi l'arithmétique nous offre d'abord l'arithmétique ordinaire, qui n'est guère autre chose que l'art de la numération, et qui peut s'établir d'une infinité de manières, selon l'échelle ou la base que l'on veut choisir. Mais les nombres, considérés en eux-mêmes, ont des propriétés qui ne dépendent pas du tout de la manière dont on les représente, ou dont on opère actuellement sur eux. Ainsi il y a des nombres qui ne peuvent être divisés par aucun autre, et qu'on nomme *premiers*, ou *simples*, parce que tous les autres s'en *composent* par la multiplication; il y a les différentes *puissances* des nombres, qu'on produit en les multipliant plusieurs fois par eux-mêmes; et une foule d'autres formés par diverses lois, et par toutes les combinaisons régulières de celles-là. Or tous ces nombres et leurs propriétés demeurent toujours les mêmes dans tous les systèmes possibles de numération; et de là résulte un certain genre de spéculations et de vérités mathématiques, qui constituent cette arithmétique transcendante qu'on nomme aujourd'hui la *théorie des nombres*.

» 5. Si vous considérez l'algèbre, vous y voyez également deux parties très distinctes : et d'abord l'algèbre ordinaire, qu'on peut très bien nom-

mer l'*arithmétique universelle*. Cette algèbre, en effet, n'est autre chose qu'une arithmétique généralisée, c'est-à-dire étendue des nombres particuliers à des nombres quelconques, et, par conséquent, des opérations actuelles qu'on exécutait à des opérations qu'on ne fait plus qu'indiquer par des signes, de manière que, dans cette première spéculation de l'esprit, on songe moins à obtenir le résultat de ces opérations successives qu'à en tracer le tableau, et à découvrir ainsi des formules générales pour la solution de tous les problèmes du même genre. Mais il y a une algèbre supérieure, qui repose tout entière sur la théorie de l'ordre et des combinaisons, qui s'occupe de la nature et de la composition des formules considérées en elles-mêmes, comme de purs symboles, et sans aucune idée de valeur ou de quantité. C'est à cette partie qu'on doit rapporter la théorie profonde des équations, celle des expressions imaginaires, et tout l'art des transformations algébriques; et c'est même cette seule partie élevée de la science qui mérite à proprement parler le nom d'*algèbre*.

» 6. Si l'on passe maintenant à la *géométrie*, qu'on définit la science de l'étendue figurée, on y voit d'abord la géométrie ordinaire, qui étudie les propriétés des figures sous le seul point de vue des rapports de grandeur, et qui n'a ainsi d'autre objet que la proportion ou la mesure. Mais on distingue ensuite une autre géométrie, qui ne regarde, pour ainsi dire, que les lieux dans l'espace, c'est-à-dire l'ordre et la situation des choses, sans aucune considération de leur grandeur ou de leur figure. C'est une science encore neuve, que *Leibnitz* paraît avoir le premier entrevue, et qu'il a nommée la *géométrie de situation*. Il en avait pris l'idée dans la considération de quelques jeux remarquables, dont la loi ne dépend que de la situation des différentes pièces qu'on y emploie; mais elle s'étend à beaucoup d'autres questions importantes, et c'est à cette géométrie que j'ai cru devoir rapporter les *polygones* et les *polyèdres étoilés*, et plusieurs problèmes d'ordre et de situation que j'ai proposés et résolus pour la première fois dans un Mémoire qui a été imprimé dans le *Recueil de l'Institut* et dans le *Journal de l'Ecole Polytechnique*.

» La mécanique elle-même nous présenterait également deux espèces de mécanique. Et d'abord celle qui calcule la quantité des mouvements, les forces, les vitesses; ensuite celle qui n'a en vue que la disposition des corps, leur jeu réciproque, la manière dont ils croisent leurs routes, et cela sans avoir égard ni à la direction de ces lignes, ni au temps que les corps mettent à les décrire, ni aux forces qui sont nécessaires pour les mouvoir. Telles sont plusieurs machines ou mécaniques ingénieuses, où

l'on ne considère ni la force, ni la grandeur du mouvement, mais uniquement la situation et le mouvement géométrique des différentes pièces qui les composent. Mais il est clair que cette espèce de mécanique serait toute fondée sur la géométrie de situation, et se confondrait, pour ainsi dire, avec elle.

» 7. Quoi qu'il en soit, vous voyez que les mathématiques nous offrent partout ces deux objets de spéculation : d'un côté, la *grandeur* ou la *quantité*, c'est-à-dire la *proportion* ou la *mesure* des grandeurs; de l'autre, le *nombre*, l'*ordre* et la *situation* des choses, sans aucune idée de mesure ou de quantité. De sorte que les mathématiques, considérées de la manière la plus générale, pourraient être définies : la science qui a pour objet le *nombre*, l'*ordre* et la *mesure*.

» 8. Je mets la théorie des nombres en premier lieu, parce qu'elle est nécessairement la première qui doive s'offrir dans la chaîne naturelle de nos idées, et que la science des rapports y a elle-même ses premiers principes. Et en effet, il n'est guère de problème mathématique, quelque simple qu'il soit, qui ne présente *plusieurs* choses à considérer, et qui n'ait ainsi de premières difficultés relatives au *nombre* de ces choses; de sorte que les premiers principes de la solution doivent être nécessairement puisés dans la théorie des nombres.

» 9. Cependant cette spéculation, que je mets la première dans la suite de nos idées, paraît ne s'être présentée que la seconde; et même on a vu les diverses branches des mathématiques s'élever à une assez grande hauteur, sans rien emprunter à la théorie des nombres, qui est restée, pour ainsi dire, isolée, et comme sans usage dans l'analyse et la géométrie. Mais il y a là-dessus une remarque essentielle à faire.

» 10. Il faut observer que la plupart des questions traitées jusqu'ici par les géomètres ont exigé, si j'ose le dire, encore plus d'adresse et de sagacité que de force et de profondeur. N'ayant presque jamais en vue que la *quantité*, ils ont pu la saisir, et même la suivre jusque dans les affections des grandeurs qui varient par nuances insensibles. Dans les premiers problèmes qui nous intéressent, il y a si peu d'éléments à considérer, que les difficultés qui tiennent au nombre et à l'ordre de ces éléments disparaissent pour ainsi dire d'elles-mêmes, et ne peuvent guère retarder la solution qu'on se propose d'obtenir. Mais sitôt qu'on a voulu résoudre des questions un peu moins simples, ces difficultés se sont fait sentir, et nous ont paru insurmontables. Dans ces sortes de recherches, on a à peine effleuré la matière; et les solutions particulières, qu'on avait obtenues dans quel-

ques cas simples, n'étant pas tirées des principes généraux, n'ont pu donner aucune lumière sur les questions du même genre. C'est ce qu'on peut voir et rendre sensible par plusieurs exemples, et, entre autres, par cet exemple remarquable que j'ai cité plus haut. Ainsi les anciens ont trouvé qu'on pouvait construire, par la règle et le compas, le côté du *triangle* équilatéral, et même le côté du *pentagone* régulier, inscrits à un cercle donné; et, quoiqu'ils aient trouvé dans ces deux cas des constructions exactes, ils n'ont rien vu au-delà, et ils ont même cru qu'on ne pouvait aller plus loin. Ils ont pu résoudre le problème pour ces deux nombres premiers 3 et 5, parce que la difficulté qui vient des nombres est ici presque nulle, et n'est pas même aperçue. Mais il n'en est pas de même pour les nombres premiers supérieurs, et ils ont été arrêtés tout-à-coup dans leur recherche, parce que les vrais principes de la solution, qui ne peuvent être pris que dans la théorie des nombres, leur ont entièrement échappé. Et en effet, s'ils avaient eu ces principes, ils auraient vu que la possibilité de diviser géométriquement le cercle en 3 ou 5 parties égales tient essentiellement à une propriété qui est commune à ces deux nombres premiers, et qui consiste en ce que chacun d'eux, étant diminué de l'unité, fait une puissance exacte de 2; et de là ils auraient conclu que la solution est également possible pour les autres nombres premiers, tels que 17, 257, etc., qui jouissent aussi de la même propriété; mais c'est ce que leur solution, trouvée dans le cas de 3 et 5, ne leur avait pas même fait soupçonner, parce ce n'était, pour ainsi dire, qu'une solution de fait, et qui ne venait pas de cette propriété des nombres, qui seule la fait réussir.

» **11.** Il résulte donc de ces réflexions que la théorie des nombres, qui, au premier coup d'œil, ne paraît qu'une spéculation singulière en mathématiques, s'y présente au contraire d'une manière naturelle, et qu'elle forme même la première partie essentielle de la doctrine, comme étant celle où la science générale des rapports a elle-même ses premiers fondements. C'est par cette théorie de l'ordre et des nombres qu'on peut connaître la nature propre de l'algèbre, et rendre raison de cette *équivoque*, ou multiplicité de sens, qu'elle attache à ses signes, et qui nous présente souvent plusieurs racines ou solutions différentes dans un problème où notre esprit n'en voit qu'une seule : propriété singulière de l'algèbre, dont on ne s'est point encore bien rendu compte, et que je vais tâcher d'approfondir afin de jeter un nouveau jour sur la philosophie de la science.

III.

» **12**. Quand on applique l'algèbre à la solution d'un problème, on trouve souvent une équation de degré supérieur, qui a plusieurs racines, et qui donne ainsi, outre la valeur propre à résoudre le problème tel que l'esprit le considère, d'autres valeurs auxquelles on n'avait pas songé, et qu'il paraît quelquefois impossible d'interpréter par les nombres ou par les lignes dont il s'agit dans la question proposée.

» **13**. D'Alembert a fait à ce sujet des réflexions dans plusieurs de ses écrits, et notamment dans le dictionnaire de l'Encyclopédie, au mot *équation*. Il parcourt quelques questions très simples, où l'algèbre donne à la fois plusieurs solutions différentes, quoique le problème paraisse n'en avoir qu'une seule dans le sens précis de son énoncé ; et il tâche d'expliquer cette multiplicité, en faisant voir que l'équation est souvent plus générale que l'énoncé, et qu'elle est la traduction algébrique de plusieurs énoncés différents dont l'algèbre ne peut exprimer la différence. « Quelques algébristes, » dit-il, regardent cette généralité comme une richesse de l'algèbre, qui » répond, non-seulement à ce qu'on lui demande, mais encore à ce qu'on » ne lui demandait pas et qu'on ne songeait pas à lui demander... Pour moi, » ajoute d'Alembert, je ne puis m'empêcher d'avouer que cette richesse » prétendue me paraît un inconvénient. Souvent il en résulte qu'une équa- » tion monte à un degré beaucoup plus haut qu'elle ne monterait, si elle » ne renfermait que les racines propres à la vraie solution de la question » telle qu'elle est proposée. Il est vrai que cet inconvénient serait moindre, » et serait même, en un sens, une véritable richesse, si l'on avait une mé- » thode générale pour résoudre les équations de tous les degrés. Il ne s'agi- » rait plus que de démêler parmi les racines celles dont on aurait vraiment » besoin : mais malheureusement on se trouve arrêté dès le quatrième degré. » Il serait donc à souhaiter, puisqu'on ne peut résoudre toute équation, » qu'on pût au moins l'abaisser au degré de la question, c'est-à-dire à » n'avoir qu'autant d'unités dans l'exposant de son degré, que la question » a de solutions vraies et directes ; mais la nature de l'algèbre ne paraît pas » le permettre. »

» **14**. Telles sont à ce sujet les réflexions de d'Alembert, philosophe à qui l'on doit sans doute beaucoup de lumières sur d'autres points de la science ; mais il me semble qu'ici ses réflexions manquent à la fois de force et de justesse, et qu'elles ne vont point au fond de la question philosophique

dont il s'agit. Cette généralité de l'algèbre n'est ni une *richesse*, ni un *inconvénient* : c'est le simple caractère d'une science exacte et parfaite ; car l'algèbre ne nous donne exactement que ce qu'un raisonnement parfait nous aurait donné lui-même.

» 15. Supposons, en effet, que le problème dont on s'occupe soit énoncé d'une manière parfaite : l'énoncé ne renfermera que la relation précise qui existe entre l'inconnue et les données du problème, et qui seule forme entre elles une *équation*. Il est clair que tout ce qu'on pourrait ajouter à cet énoncé, ou y sous-entendre, serait au moins inutile, et quelquefois même pourrait être une contradiction. Car, puisque l'inconnue se trouve déjà *fixée* par cette seule partie de l'énoncé qui forme l'équation, il est évident qu'on n'est plus le maître de rien ajouter ; comme, par exemple, cette condition que l'inconnue sera plus grande ou plus petite qu'une certaine quantité, ou que la ligne cherchée tombera dans telle ou telle partie de la figure, etc. ; conditions qui ne dépendent plus de nous, que l'esprit peut supposer mal à propos, et qui souvent n'ont pas lieu dans la question proposée. On voit donc que si l'énoncé du problème est parfait, il n'est rien autre chose que l'équation même qui le traduit en algèbre. Si donc cette équation nous présente plusieurs racines ou valeurs différentes de l'inconnue, l'énoncé lui-même doit également présenter, à l'esprit attentif, cette même multiplicité de solutions dans le problème dont il s'agit.

» L'algèbre ne donne donc rien au-delà de ce qu'on lui demande ; elle n'est pas plus générale que la logique considérée dans sa perfection, et le degré où l'équation s'élève est le degré même de la question, si elle est parfaitement posée.

» 16. Mais le plus souvent nos énoncés sont très imparfaits ; je veux dire, qu'indépendamment de cette relation qui lie aux données l'inconnue et qui la *détermine*, notre esprit y mêle encore certaines conditions inutiles et souvent contradictoires ; et voici alors ce qui nous arrive. Comme ces sortes de restrictions ne donnent point d'équation, et ne sont pas ainsi de nature à s'écrire en algèbre, l'équation qu'on tire de l'énoncé se trouve exactement la même que si ces suppositions n'avaient point lieu, et, par conséquent, cette équation a les mêmes racines ou solutions différentes dont le problème est susceptible en le supposant bien exprimé. Cependant, comme notre esprit reste toujours préoccupé par la considération particulière de ces limites où il borne la question, il s'étonne d'abord de cette multiplicité de solutions qu'il n'avait point en vue, et il cherche ensuite à les interpréter par les lignes, ou par les quantités dont il s'agit dans la question proposée. S'il

en vient à bout, il attribue à l'algèbre, qui lui a donné ces solutions inattendues, une généralité propre qu'il n'avait pas trouvée dans le raisonnement ordinaire; s'il ne peut expliquer toutes ces valeurs, il reproche à l'algèbre cette trop grande généralité, comme un inconvénient et une imperfection qui mêle la vraie valeur de l'inconnue à des valeurs étrangères. Mais on voit qu'il n'y a ici d'autre imperfection que celle de l'esprit et du langage. L'algèbre, encore une fois, ne traduit et ne doit traduire, de l'énoncé du problème, que la seule partie qui fait une *équation* et qui suffit pour *déterminer* l'inconnue. Elle abandonne tout le reste, comme ces rapports vagues de *majorité* ou de *minorité* qui ne peuvent servir à aucune *détermination*. Ainsi l'équation obtenue ne renferme rien des imperfections de notre énoncé, et elle devient la question même parfaitement posée. La multiplicité de ces racines nous avertit donc, non pas, comme on le croit d'ordinaire, qu'il faut *étendre* le premier énoncé pour en multiplier les *divers sens*; mais qu'il faut, au contraire, le simplifier et le *réduire*, en y supprimant ce qu'on y avait mis de trop et qu'on n'était pas le maître de supposer. Et alors on peut voir qu'il n'y a précisément, dans l'équation algébrique, que la même multiplicité de solutions qu'on aurait pu reconnaître, sans algèbre, dans l'énoncé parfait du problème.

» **17.** Telle est, je crois, la vraie nature de l'algèbre, et la vraie solution de la question philosophique que j'examine, et qui touche aux premiers fondements de la science mathématique. Il ne s'agit pas de savoir s'il y a, ou non, une méthode générale pour résoudre les équations de tous les degrés : on n'en sait pas moins qu'une équation de degré supérieur a plusieurs racines, et la question était d'expliquer cette multiplicité, en montrant qu'elle est dans la nature même des choses, et que l'algèbre n'a pas plus de généralité qu'un bon raisonnement.

» Mais il ne faut pas manquer de rappeler ici cette observation essentielle: c'est que, à raison de l'ignorance et de la faiblesse de l'esprit humain, qui ne marche guère qu'à l'aide des images sensibles, ou des mots qui eux-mêmes ne répondent presque tous qu'à des images, l'algèbre nous a été et nous est encore d'un merveilleux secours. Car, comme elle n'exprime que les rapports qui *déterminent*, et qu'elle n'a point de signes pour les conditions vagues, il en résulte que, quelque imparfaits que soient nos énoncés, pourvu qu'ils renferment la loi de rapport qui fait le nœud du problème, l'équation que l'analyse en tire se trouve aussi parfaite que si elle provenait de l'énoncé le plus parfait; et, sous ce point de vue, on peut dire que l'algèbre a étendu et perfectionné l'esprit humain.

» 18. On voit donc que ce qu'il y aurait à faire aujourd'hui pour achever la doctrine, ce serait de chercher et de montrer dans chaque problème comment l'esprit, à l'aide du seul raisonnement, aurait pu s'élever à cette généralité de vue dont il n'a été averti que par les signes de l'algèbre, et comment il aurait dû prévoir ces multiples solutions qui coexistent dans un même problème, dont il est impossible de trouver l'une sans trouver à la fois toutes les autres, et qu'aucun art analytique ne peut jamais séparer. C'est par cette étude attentive qu'il verra ce qui avait manqué jusqu'ici aux principes de son analyse logique. Il n'avait songé qu'aux rapports de grandeur, et il reconnaîtra qu'il fallait avant tout considérer le nombre et l'ordre des choses, indépendamment de toute idée de grandeur ou de quantité. Dans cette pure considération de l'ordre, où il verra que plusieurs ordres qui lui paraissent différents peuvent naître l'un de l'autre par une seule et même loi, et se reproduire sans cesse, quel que soit le premier ordre d'où l'on veuille partir, il trouvera l'origine naturelle des *puissances*, et la raison profonde de ces *multiples racines* de l'unité, qui ne sont point des *valeurs*, mais de simples *signes d'ordre* entre les choses que l'on considère. Par ces nouveaux principes il perfectionnera l'algèbre elle-même, et l'algèbre à son tour réfléchira de nouvelles lumières sur la théorie des nombres.

» De toutes ces réflexions, et d'une foule d'autres que j'y pourrais ajouter, je conclus donc que les principes de l'algèbre et de la théorie des nombres devraient être unis ensemble dans nos ouvrages élémentaires, comme ils sont inséparables par la nature même de ces deux sciences. Ainsi j'espère qu'on me pardonnera, et même qu'on me saura quelque gré, de revenir sur ces principes fondamentaux, d'essayer de les rendre plus clairs et plus sensibles, et de faciliter ainsi aux jeunes géomètres une étude très ardue, et en apparence très stérile, mais en effet très féconde, et peut-être, comme je l'ai dit, la seule d'où l'analyse mathématique puisse attendre aujourd'hui de véritables découvertes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur diverses formules relatives à l'algèbre et à la théorie des nombres; par* M. AUGUSTIN CAUCHY. (Suite.)

§ II. *Sur la résolution des équations indéterminées du premier degré en nombres entiers.*

« Supposons qu'il s'agisse de résoudre, en nombres entiers, une équation indéterminée du premier degré à plusieurs inconnues. Si ces inconnues se réduisent à deux

$$x, y,$$

l'équation indéterminée sera de la forme

$$(1) \qquad ax + by = k,$$

a, b, k désignant trois quantités entières, et ne pourra être résolue que dans le cas où le plus grand commun diviseur de a et de b divisera k. Mais alors on pourra diviser les deux membres de l'équation (1) par ce plus grand commun diviseur; et, comme on pourra, en outre, si a est négatif, changer les signes de tous les termes, il est clair que l'équation (1) pourra être réduite à la forme

$$(2) \qquad mx \pm ny = \pm l,$$

l, m, n désignant trois nombres entiers, et m, n étant premiers entre eux.

» Observons maintenant que l'équation (2) coïncide avec l'équivalence

$$mx \equiv \pm l, \text{ (mod. } n),$$

ou

$$(3) \qquad x \equiv \pm \frac{l}{m}, \text{ (mod. } n),$$

et qu'en vertu de la formule

$$\frac{l}{m} \equiv l \times \frac{1}{m}, \text{ (mod. } n),$$

la résolution de l'équivalence (3) peut être réduite à celle de la suivante

$$(4) \qquad x \equiv \frac{1}{m}, \text{ (mod. } n),$$

» D'autre part, si n est un nombre premier, on aura, d'après un théorème connu de Fermat,

$$(5) \qquad m^{n-1} \equiv 1, \text{ (mod. } n),$$

par conséquent

$$\frac{1}{m} \equiv m^{n-2}, \text{ (mod. } n).$$

Donc alors m^{n-2} sera une des valeurs de x propres à vérifier l'équivalence (4); de sorte qu'on résoudra cette équivalence en posant

$$(6) \qquad n \equiv m^{n-2}, \text{ (mod. } n).$$

Telle est la conclusion très simple à laquelle M. Libri et M. Binet sont parvenus pour le cas où le module n est un nombre premier. Pour étendre cette même solution à tous les cas possibles, il suffirait de substituer au théorème de Fermat le théorème d'Euler suivant lequel, n étant un module quelconque, et m un entier premier à n, on aura généralement

$$(7) \qquad m^{N} \equiv 1, \text{ (mod. } n),$$

si l'exposant N renferme autant d'unités qu'il y a de nombres entiers inférieurs à n et premiers à n (*). En effet, l'équation (7) étant admise, on en conclura

$$\frac{1}{m} \equiv m^{N-1}, \text{ (mod. } n);$$

(*) M. Poinsot nous a dit avoir remis autrefois à M. Legendre une Note manuscrite dans laquelle il avait ainsi étendu à des modules quelconques la solution présentée par M. Binet, et relative au cas où N est un nombre premier. Dan cette même Note, M. Poinsot donnait du théorème d'Euler la démonstration suivante, analogue à celle qui, dans le Mémoire de M. Binet, se trouve appliquée au théorème de Fermat.

Soient

$$1, \; a, \; b, \; c, \ldots$$

la suite des entiers inférieurs à n, mais premiers à n; N le nombre de ces entiers, et m l'un quelconque d'entre eux. La suite

$$m, \; am, \; bm, \; cm, \ldots$$

et, par conséquent,

$$m^{N-1}$$

sera l'une des valeurs de x propres à vérifier l'équivalence (4), de sorte qu'on résoudra cette équivalence en prenant

$$x \equiv m^{N-1}, \text{ (mod. } n). \tag{8}$$

» L'équivalence (4), étant résolue comme on vient de le dire, entraînera la résolution de l'équivalence (3) qui coïncide avec l'équation (2), et par suite, la résolution de l'équation (1), dans le cas où le plus grand commun diviseur de a et de b divisera k. On résoudra, en particulier, l'équivalence (3) en prenant

$$x \equiv \pm m^{N-1} l, \text{ (mod. } n). \tag{9}$$

» En résumé, l'on pourra énoncer la proposition suivante.

» 1^{er} *Théorème.* a, b, k désignant trois quantités entières, on pourra résoudre en nombres entiers l'équation indéterminée

$$ax + by = k, \tag{1}$$

si le plus grand commun diviseur de a et de b divise k. Supposons d'ailleurs qu'en divisant a, b, c par ce plus grand commun diviseur, et changeant s'il est nécessaire les signes de tous les termes de l'équation ainsi obtenue, on la réduise à la suivante

$$mx \pm ny = \pm l, \tag{2}$$

---

se composera encore de termes, premiers à n, mais qui, divisés par n, donneront des restes différents. Donc chaque terme de la seconde suite sera équivalent, suivant le module n, à un seul terme de la première, et l'on aura

$$1.a.b.c \ldots \equiv m.am.bm.cm \ldots \equiv 1.a.b.c \ldots m^N, \text{ (mod. } n),$$

ou, ce qui revient au même,

$$1.a.b.c \ldots (m^N - 1) \equiv 0, \text{ (mod. } n),$$

puis on en conclura

$$m^N - 1 \equiv 0, \text{ ou } m^N \equiv 1, \text{ (mod. } n).$$

ou, ce qui revient au même, à l'équivalence

$$n \equiv \pm \frac{l}{m}, \text{ (mod. } n), \tag{3}$$

l, m, n désignant trois nombres entiers, et m, n étant premiers entre eux. Pour vérifier l'équivalence (3), il suffira de poser

$$x \equiv \pm m^{N-1} l, \text{ (mod. } n),$$

N désignant le nombre des entiers inférieurs à n, mais premiers à n.

» *Corollaire* 1^er^. L'équation indéterminée

$$ax + by = k$$

est toujours résoluble en nombres entiers, non-seulement lorsque les coefficients a, b des deux inconnues sont premiers entre eux, mais aussi lorsque la valeur numérique du terme tout connu k est égale au plus grand commun diviseur de a, b, ou divisible par ce plus grand commun diviseur. Par suite le plus grand commun diviseur de deux quantités entières a, b peut toujours être présenté sous la forme

$$ax + by,$$

x, y désignant encore des quantités entières.

» *Corollaire* 2^e^. l, m, n désignant trois nombres entiers, et m, n étant premiers entre eux, on peut toujours satisfaire par des valeurs entières de x, y, à l'équation

$$mx - ny = \pm l.$$

D'ailleurs les diverses valeurs de x propres à vérifier cette équation, ou, ce qui revient au même, l'équivalence

$$x \equiv \pm \frac{l}{m}, \text{ (mod. } n),$$

sont toutes équivalentes entre elles suivant ce module n; en sorte que, l'une d'elles étant désignée par ξ, on aura généralement

$$x = \xi + nz,$$

z désignant une quantité entière positive ou négative.

» On déduit aisément du premier théorème celui que nous allons énoncer.

» 2° *Théorème.* Soient

$$n = n_{\prime} n_{\prime\prime}$$

un module décomposable en deux facteurs $n_{\prime}, n_{\prime\prime}$, premiers entre eux; r l'un quelconque des entiers inférieurs à n, mais premiers à n; et

$$r_{\prime}, r_{\prime\prime}$$

les restes qu'on obtient, quand on divise r par le premier ou le second des deux facteurs

$$n_{\prime}, n_{\prime\prime}.$$

Non-seulement à chaque valeur de r correspondra un seul système de valeurs de $r_{\prime}, r_{\prime\prime}$; mais réciproquement à chaque système de valeurs de $r_{\prime}, r_{\prime\prime}$, correspondra une seule valeur de r.

» *Démonstration.* D'abord $r_{\prime}$ étant le reste de la division de r par $n_{\prime}$, sera complétement déterminé quand on connaîtra r, et l'on pourra en dire autant de $r_{\prime\prime}$. De plus, à deux valeurs données de

$$r_{\prime}, r_{\prime\prime},$$

correspondra une valeur de r qui devra être de chacune des formes

$$r_{\prime} + n_{\prime} x, \quad r_{\prime\prime} + n_{\prime\prime} y,$$

x, y désignant deux quantités entières. Or les deux équations

$$r = r_{\prime} + n_{\prime} x, \quad r = r_{\prime\prime} + n_{\prime\prime} y,$$

entraîneront la formule

$$r_{\prime} + n_{\prime} x = r_{\prime\prime} + n_{\prime\prime} y,$$

ou

$$n_{\prime} x - n_{\prime\prime} y = r_{\prime\prime} - r_{\prime};$$

et les valeurs de x, propres à vérifier cette formule, seront de la forme

$$\xi + n_{\prime\prime} z,$$

ξ désignant l'une quelconque de ces mêmes valeurs, et z une quantité en-

tière positive ou négative. Cela posé, si l'on fait, pour abréger,

$$r_{,} + n_{,}\xi = \mathfrak{R},$$

l'équation

$$r = r_{,} + n_{,}x$$

donnera

$$r = \mathfrak{R} + n_{,}n_{,,}z,$$

ou, ce qui revient au même,

$$r = \mathfrak{R} + nz.$$

Or, puisque les diverses valeurs de r que déterminerait cette dernière équation, si la quantité entière z restait arbitraire, sont équivalentes entre elles suivant le module n, il est clair qu'une seule sera positive et inférieure à n. Donc à des valeurs données de $r_{,}$, $r_{,,}$, correspondra une seule valeur de r, positive et inférieure à n. Si l'on étend le théorème 2 au cas où le module n est décomposable en plus de deux facteurs, on obtiendra la proposition suivante.

» 3e *Théorème.* Soient

$$n = n_{,}n_{,,}n_{,,,}\ldots$$

un module décomposable en plusieurs facteurs

$$n_{,},\quad n_{,,},\quad n_{,,,},\ldots,$$

qui soient tous premiers entre eux; r l'un quelconque des entiers inférieurs à n; et

$$r_{,},\quad r_{,,},\quad r_{,,,},\ldots$$

les restes qu'on obtient quand on divise r par l'un des facteurs

$$n_{,},\quad n_{,,},\quad n_{,,,},\ldots$$

Non-seulement à chaque valeur de r correspondra un seul système de valeurs de $r_{,}$, $r_{,,}$, $r_{,,,}$, ...; mais réciproquement, à chaque système de valeurs de $r_{,}$, $r_{,,}$, $r^{,,,}$, ..., correspondra une seule valeur de r.

» *Démonstration.* En raisonnant comme dans le cas où les facteurs $n_{,}$, $n_{,,}$, ..., se réduisent à deux, on prouvera d'abord qu'à chaque valeur de r

répond un seul système de valeurs de $r_{,}$, $r_{,,}$, $r_{,,,}$,... Soient d'ailleurs

$$n'$$

le produit des facteurs de n différents de $n_{,}$, en sorte qu'on ait

$$n' = \frac{n}{n_{,}} = n_{,,} n_{,,,}, \ldots,$$

et nommons r' le reste de la division de r par n'. En vertu du théorème 1[er], si les facteurs $n_{,}$, $n_{,,}$, $n_{,,,}$ se réduisent à trois, on verra correspondre une seule valeur de r' à chaque système de valeurs de $r_{,,}$, $r_{,,,}$, et une seule valeur de r à chaque système de valeurs de $r_{,}$, r', par conséquent à chaque système de valeurs de $r_{,}$, $r_{,,}$, $r_{,,,}$. Ainsi l'on passe facilement du cas où le nombre des facteurs de n est 2, au cas où ce nombre devient égal à 3. On passera de la même manière du cas où il existe trois facteurs de n premiers entre eux, au cas où il en existe quatre, et ainsi de suite. Donc le troisième théorème est généralement exact, quel que soit le nombre des facteurs premiers de n.

» *Corollaire*. Le module

$$n = n_{,} n_{,,} n_{,,,} \ldots,$$

étant décomposable en facteurs

$$n_{,}, \quad n_{,,}, \quad n_{,,,}, \ldots,$$

qui soient premiers entre eux, nommons toujours

r , l'un quelconque des entiers inférieurs à n , mais premiers à n ;
$r_{,}$, l'un quelconque des entiers inférieurs à $n_{,}$, mais premiers à $n_{,}$;
$r_{,,}$, l'un quelconque des entiers inférieurs à $n_{,,}$, mais premiers à $n_{,,}$,
etc. ;

et soient en outre

N , le nombre des valeurs de r ;
$N_{,}$, le nombre des valeurs de $r_{,}$;
$N_{,,}$, le nombre des valeurs de $r_{,,}$,
etc. . . . .

Les systèmes de valeurs que l'on pourra former en combinant une valeur de $r_{\prime}$ avec une valeur de $r_{\prime\prime}$, avec une valeur de $r_{\prime\prime\prime}, \ldots$, seront évidemment en nombre égal au produit

$$N_{\prime} N_{\prime\prime} N_{\prime\prime\prime} \ldots$$

Donc, puisqu'à chacun de ces systèmes correspond une seule valeur de r, et réciproquement, on aura

$$N = N_{\prime} N_{\prime\prime} N_{\prime\prime\prime} \ldots$$

» Il sera facile maintenant de résoudre la question que nous allons énoncer.

» 1^er^ *Problème*. Déterminer le nombre N des entiers inférieurs à un module donné n, et premiers à ce module.

» *Solution*. Pour résoudre aisément ce problème, il sera bon de considérer successivement les divers cas qui peuvent se présenter, suivant que le module n est un nombre premier, ou une puissance d'un nombre premier, ou un nombre composé quelconque.

» Or, 1° si le module n est un nombre premier, alors les entiers

$$1, \quad 2, \quad 3, \ldots\ldots, n-1, \quad n,$$

non supérieurs au module n, étant tous, à l'exception de n, premiers à ce module, on aura évidemment

$$N = n - 1. \qquad (10)$$

Alors aussi, la solution que fournira le 1^er^ théorème pour une équation indéterminée, ne différera pas de la solution donnée par M. Libri et par M. Binet.

» 2°. Si le module

$$n = \nu^a$$

se réduit à une certaine puissance d'un nombre premier ν, alors parmi les entiers

$$1, \quad 2, \quad 3, \ldots, \quad n-1, \quad n,$$

dont le nombre est n, les uns, divisibles par ν, seront le produit de ν par les entiers

$$1, 2, 3, \ldots, \frac{n}{\nu},$$

dont le nombre est $\frac{n}{\nu}$; les autres, premiers à ν, ou, ce qui revient au même, à n, seront évidemment en nombre égal à la différence

$$n - \frac{n}{\nu} = n\left(1 - \frac{1}{\nu}\right).$$

On aura donc

$$\text{(11)} \qquad N = n\left(1 - \frac{1}{\nu}\right) = \nu^{a-1}(\nu - 1).$$

» 3°. Si le module n est un nombre entier quelconque, on pourra toujours le décomposer en facteurs dont chacun se réduise à un nombre premier ou à une puissance d'un nombre premier. Nommons

$$n_{\prime}, n_{\prime\prime}, n_{\prime\prime\prime}, \ldots$$

ces mêmes facteurs, en sorte qu'on ait

$$n = n_{\prime} n_{\prime\prime} n_{\prime\prime\prime}$$

et

$$n_{\prime} = \nu_{\prime}^{a}, \quad n_{\prime\prime} = \nu_{\prime\prime}^{b}, \quad n_{\prime\prime\prime} = \nu_{\prime\prime\prime}^{c}, \ldots,$$

$\nu_{\prime}, \nu_{\prime\prime}, \nu_{\prime\prime\prime}, \ldots$ désignant des nombres premiers distincts les uns des autres. Représentons d'ailleurs

par $N_{\prime}$ le nombre des entiers inférieurs et premiers à $n_{\prime}$;
par $N_{\prime\prime}$ le nombre des entiers inférieurs et premiers à $n_{\prime\prime}$;
par $N_{\prime\prime\prime}$ le nombre des entiers inférieurs et premiers à $n_{\prime\prime\prime}$,
etc.

Le corollaire du 3e théorème donnera

$$\text{(12)} \qquad N = N_{\prime} N_{\prime\prime} N_{\prime\prime\prime} \ldots,$$

puis on en conclura, eu égard à la formule (11),

$$\text{(13)} \qquad N = n\left(1 - \frac{1}{\nu_{\prime}}\right)\left(1 - \frac{1}{\nu_{\prime\prime}}\right)\left(1 - \frac{1}{\nu_{\prime\prime\prime}}\right)\ldots,$$

ou, ce qui revient au même,

$$\text{(14)} \qquad N = \nu_{\prime}^{a-1} \nu_{\prime\prime}^{b-1} \nu_{\prime\prime\prime}^{c-1} \ldots (\nu_{\prime} - 1)(\nu_{\prime\prime} - 1)(\nu_{\prime\prime\prime} - 1)\ldots$$

» *Corollaire.* Lorsque le module n se réduit au nombre 2, ou plus généralement à une puissance 2^a de ce même nombre, la valeur de N, en vertu de la formule (10), ou (11), se réduit à l'unité ou plus généralement à 2^{a-1}, en sorte qu'on a

$$N = 2^{a-1} = \tfrac{1}{2} n.$$

» Revenons maintenant au premier théorème. On peut évidemment, dans ce théorème et dans les formules (8), (9), remplacer le nombre N des entiers inférieurs au module n, mais premiers à n, par l'une quelconque des valeurs de i pour lesquelles se vérifie l'équivalence

$$m^i \equiv 1, (\text{mod. } n). \tag{15}$$

Or parmi ces valeurs il en existe une, inférieure à toutes les autres, et qui pour ce motif doit être employée de préférence. D'ailleurs cette valeur particulière de i jouit de propriétés remarquables qui peuvent servir à la faire reconnaître et calculer. Entrons à ce sujet dans quelques détails.

» Les nombres entiers m, n étant supposés premiers entre eux, l'unité sera certainement, dans la progression géométrique

$$1, m, m^2, m^3, \ldots,$$

le premier terme qui se trouve équivalent, selon le module n, à l'un des termes suivants. En effet, une équivalence de la forme

$$m^l \equiv m^{l+i}, (\text{mod. } n),$$

dans laquelle l et i seraient entiers et positifs, entraînera nécessairement une autre équivalence de la forme

$$1 \equiv m^i, (\text{mod. } n),$$

dans laquelle le terme m^l de la progression se trouverait remplacé par l'unité. Ajoutons que, si m^i représente la moins élevée des puissances entières et positives de m, équivalentes à l'unité suivant le module n, le reste que l'on obtiendra en divisant par n les termes de la progression

$$1, m, m^2, m^3, \ldots,$$

formeront une suite périodique, dans laquelle les i premiers termes seront

différents les uns des autres. Représentons par

$$1,\ m',\ m'',\ \ldots,\ m^{(i-1)}$$

ces premiers termes. Comme, dans la progression dont il s'agit, deux termes seront équivalents entre eux suivant le module n quand ils répondront à des exposants de la *base* m équivalents entre eux suivant le module i, on aura évidemment

$$(16)\quad \left\{\begin{array}{l} m^0 \equiv m^i \equiv m^{2i} \equiv \ldots \equiv 1, \\ m^1 \equiv m^{i+1} \equiv m^{2i+1} \equiv \ldots \equiv m', \\ m^2 \equiv m^{i+2} \equiv m^{2i+2} \equiv \ldots \equiv m'', \\ \text{etc.}, \\ m^{i-1} \equiv m^{2i-1} \equiv m^{3i-1} \equiv \ldots \equiv m^{(i-1)}. \end{array}\right\} \pmod{n}.$$

L'exposant de la puissance à laquelle il faut élever la base m pour obtenir un nombre équivalent suivant le module n à un reste donné, est ce qu'on nomme l'*indice* de ce nombre ou de ce reste. Cela posé, il est clair que, dans les formules (16), les indices correspondants au reste 1 seront représentés par les exposants

$$0,\ i,\ 2i,\ \ldots,$$

les indices correspondants au reste m' par les exposants

$$1,\quad i+1,\quad 2i+1,\ \ldots,$$

les indices correspondants au reste m'' par les exposants

$$2,\quad i+2,\quad 2i+2,\ \ldots,$$

etc...., enfin les indices correspondants au reste $m^{(i-1)}$ par les exposants

$$i-1,\quad 2i-1,\quad 3i-1,\ \ldots$$

Donc, puisque les restes

$$1,\ m',\ m'',\ \ldots,\ m^{(i-1)}$$

seront tous inégaux entre eux, les seuls indices positifs de l'unité seront les

divers multiples de i; et le plus petit de ces indices ou le nombre i montrera combien la suite périodique des restes, indéfiniment prolongée, renferme de restes différents. L'étendue de la période formée avec ces restes

$$1, m', m'', \ldots, m^{(i-1)},$$

se trouvera donc indiquée par le plus petit des indices de l'unité, auquel nous donnerons, pour cette raison, le nom d'*indicateur*. Cela posé, on pourra évidemment énoncer la proposition suivante.

» 4^e *Théorème*. m, n désignant deux nombres entiers, et m étant premier à n, les seules puissances entières et positives de m qui seront équivalentes à l'unité suivant le module n, seront celles qui offriront pour exposants l'indicateur i correspondant à la base m et ses divers multiples.

» On déduit immédiatement du 4^e théorème celui que nous allons énoncer.

» 5^e *Théorème*. Si le module n est décomposable en divers facteurs $n_{\prime}, n_{\prime\prime}, \ldots$, en sorte qu'on ait

$$n = n_{\prime} n_{\prime\prime} \ldots,$$

et si, la base m étant un nombre premier à n, on nomme

$$i_{\prime}, i_{\prime\prime}, \ldots$$

les indicateurs correspondants aux modules

$$n_{\prime}, n_{\prime\prime}, \ldots,$$

l'indicateur i, correspondant au module n, sera le plus petit nombre entier qui soit divisible par chacun des indicateurs $i_{\prime}, i_{\prime\prime}, \ldots$

» *Démonstration*. En effet, l'indicateur i correspondant au module n sera la plus petite des valeurs de i pour lesquelles se vérifiera la formule

$$m^i \equiv 1, \quad (\text{mod. } n).$$

D'ailleurs, n étant égal au produit des facteurs $n_{\prime}, n_{\prime\prime}, \ldots$, cette formule entraînera les suivantes :

$$m^i \equiv 1, \quad (\text{mod. } n_{\prime}), \quad m^i \equiv 1, (\text{mod. } n_{\prime\prime}), \text{ etc.}$$

Donc, en vertu du théorème précédent, i devra être à la fois un des multiples de $n_{\prime}$, un des multiples de $n_{\prime\prime}$,... Donc la valeur cherchée de i sera la plus petite de celles qui seront à la fois divisibles par $n_{\prime}$, par $n_{\prime\prime}$,.....

» L'indicateur i, correspondant à un module donné n, varie généralement avec la base m, mais cette variation s'effectue suivant certaines lois, et l'on peut énoncer à ce sujet les propositions suivantes.

» 6e *Théorème*. Si la base m est décomposable en deux facteurs

$$m_{\prime},\ m_{\prime\prime},$$

auxquels correspondent des indicateurs

$$i_{\prime},\ i_{\prime\prime},$$

premiers entre eux, dans le cas où le nombre n est pris pour module; on aura non-seulement

$$m = m_{\prime}\, m_{\prime\prime},$$

mais encore, en désignant par i l'indicateur correspondant à la base m et au module n,

$$i = i_{\prime}\, i_{\prime\prime}.$$

» *Démonstration*. L'indicateur i relatif à la base m vérifiera la formule

$$m^i \equiv 1, \quad (\text{mod. } n),$$

de laquelle on tirera

$$m^{2i} \equiv 1, \quad m^{3i} \equiv 1, \text{ etc.},$$

et généralement, si l'on désigne par j un multiple quelconque de i,

$$(17) \qquad m^j \equiv 1, \quad (\text{mod. } n),$$

ou, ce qui revient au même,

$$(18) \qquad m_{\prime}^{\,j}\, m_{\prime\prime}^{\,j} \equiv 1, \quad (\text{mod. } n).$$

D'autre part, les indicateurs $i_{\prime}$, $i_{\prime\prime}$, relatifs aux bases $m_{\prime}$, $m_{\prime\prime}$, vérifieront les équivalences

$$(19) \qquad m_{\prime}^{\,i_{\prime}} \equiv 1, \quad m_{\prime\prime}^{\,i_{\prime\prime}} \equiv 1, \quad (\text{mod. } n);$$

et il suffira que $i_{,}$ divise j pour que la première des formules (19) entraîne l'équivalence

$$m_{,}^{j} \equiv 1, \ (\text{mod. } n),$$

par conséquent, eu égard à la formule (18), l'équivalence

$$m_{,,}^{j} \equiv 1, \ (\text{mod. } n),$$

qui suppose (voir le 4^e théorème) j divisible par $i_{,,}$. Ainsi, de ce que le nombre i vérifie l'équivalence

$$m^{i} \equiv 1, \ (\text{mod. } n),$$

il résulte que tout multiple de i, divisible par $i_{,}$, sera en même temps divisible par $i_{,,}$; en sorte que $i_{,,}$ divisera nécessairement le produit $ii_{,}$, et par suite le nombre i, si $i_{,}, i_{,,}$ sont premiers entre eux. Mais alors i divisible par $i_{,}$ devra l'être pareillement, et pour la même raison, par $i_{,,}$. Donc, si $i_{,}, i_{,,}$ sont premiers entre eux, tout nombre i, propre à vérifier l'équivalence

$$m^{i} \equiv 1, \ (\text{mod. } n),$$

sera divisible par le produit $i_{,} i_{,,}$, et l'indicateur correspondant à la base m, ou la plus petite des valeurs de i pour lesquelles on aura

$$m^{i} \equiv 1, \ (\text{mod. } n),$$

devra se réduire à ce produit.

» 7^e *Théorème.* Soient

$$i_{,}, \ i_{,,},$$

les indicateurs correspondants à deux bases diverses

$$m_{,}, m_{,,},$$

mais à un même module n. Le plus grand commun diviseur ω des indicateurs $i_{,}, i_{,,}$, pourra être décomposé, souvent même de plusieurs manières, en deux facteurs u, v tellement choisis, que les rapports

$$\frac{i_{,}}{u}, \quad \frac{i_{,,}}{v}$$

soient des nombres premiers entre eux; et, si l'on pose alors

$$m = m_{,}^{u} m_{,,}^{v},$$

l'indicateur i, relatif à la base m, sera le plus petit nombre entier que puissent diviser simultanément les indicateurs $i_{,}$, $i_{,,}$.

» *Démonstration.* Concevons que le plus grand commun diviseur ω de $i_{,}$, $i_{,,}$ soit décomposé en facteurs

$$\alpha, \ \beta, \ \gamma, \ldots,$$

dont chacun représente un nombre premier, ou une puissance d'un nombre premier. Deux produits

$$u, \ v,$$

formés avec ces mêmes facteurs, de manière que l'on ait

$$uv = \omega,$$

fourniront pour les rapports

$$\frac{i_{,}}{u}, \quad \frac{i_{,,}}{v},$$

des nombres premiers entre eux, si l'on fait concourir chaque facteur, par exemple le facteur α, à la formation du produit u, quand α est premier à $\frac{i_{,}}{\alpha}$; du produit v, quand α est premier à $\frac{i_{,,}}{\alpha}$; enfin du produit u ou du produit v indifféremment, quand α est premier à chacun des deux nombres

$$\frac{i_{,}}{\alpha}, \quad \frac{i_{,,}}{\alpha}.$$

Les deux produits u, v étant formés, comme on vient de le dire, pour déduire le théorème 7 du théorème 6, il suffit d'observer que,

$$i_{,}, \quad i_{,,}$$

étant les indicateurs relatifs aux bases

$$m_{,}, \ m_{,,},$$

les nombres entiers

$$\frac{i_{,}}{u}, \quad \frac{i_{,,}}{v}$$

seront les indicateurs relatifs aux bases

$$m_{,}^{u}, \quad m_{,,}^{v},$$

et que, ces indicateurs étant premiers entre eux, la base m déterminée par la formule

$$m = m_{,}^{u} m_{,,}^{v}$$

devra correspondre à l'indicateur

$$i = \frac{i_{,}}{u} \frac{i_{,,}}{v} = \frac{i_{,} i_{,,}}{\omega}.$$

Or cette dernière valeur i sera précisément le plus petit nombre entier que puissent diviser simultanément les indicateurs $i_{,}, i_{,,}$.

» *Corollaire* 1[er]. Pour montrer une application du théorème 7, considérons en particulier le cas où l'on aurait

$$n = 78,$$

$$m_{,} = 5, \quad m_{,,} = 29.$$

Comme

$$5^4 \quad \text{et} \quad 29^6$$

seront les puissances les moins élevées des nombres 5 et 29, qui, divisées par le module 78, donneront pour reste l'unité, on aura nécessairement

$$i_{,} = 4, \quad i_{,,} = 6, \quad \omega = 2,$$

et par suite

$$u = 1, \quad v = 2,$$

attendu que des deux rapports

$$\frac{i_{,}}{2} = 2, \quad \frac{i_{,,}}{2} = 3,$$

le second seul sera premier au facteur 2 de ω. Cela posé, pour obtenir une base m correspondante à l'indicateur

$$i = \frac{i_{,} i_{,,}}{\omega} = 12,$$

il suffira de prendre

$$m = m_{,}^{u} m_{,,}^{v} = 5.29^{2};$$

et, puisque

$$5.29^{2} \equiv 71 \equiv -7, \quad (\text{mod. } 78),$$

il suffira de prendre

$$m = 71.$$

Effectivement, 71^{12} est la première puissance de 71 qui, divisée par 78, donne pour reste l'unité.

» *Corollaire* 2ᵉ. Étant données deux bases

$$m_{,}, \; m_{,,},$$

qui correspondent à deux indicateurs différents

$$i_{,}, \; i_{,,},$$

on peut toujours trouver une troisième base

$$m$$

qui corresponde à l'indicateur i représenté par le plus petit des nombres qui divisent à la fois les deux indicateurs donnés.

» *Corollaire* 3ᵉ. Soient

$$m_{,}, \quad m_{,,}, \quad m_{,,,},$$

trois bases différentes, et

$$i_{,}, \quad i_{,,}, \quad i_{,,,},$$

les indicateurs qui correspondent à ces trois bases, mais à un seul et même module n. Si l'on nomme i' le plus petit nombre que diviseront simultanément $i_{,,}$ et $i_{,,,}$, le plus petit nombre i que pourront diviser simultanément $i_{,}$ et i' sera en même temps le plus petit des nombres divisibles par chacun des trois facteurs

$$i_{,}, \; i_{,,}, \; i_{,,,}.$$

D'ailleurs, à l'aide du 7ᵉ théorème, on pourra trouver non-seulement une base m' correspondante à l'indicateur i', mais encore une base m cor-

respondante à l'indicateur i. Donc, étant données trois bases différentes avec un seul module, on peut toujours trouver une nouvelle base qui corresponde à l'indicateur représenté par le plus petit des nombres que divisent les trois indicateurs correspondants aux trois bases données. En appliquant un raisonnement semblable au cas où l'on donnerait quatre ou cinq bases au lieu de trois, on obtiendra généralement la proposition suivante:

» 8^e^ *Théorème.* Étant données plusieurs bases différentes

$$m_{,}, m_{,,}, m_{,,,}, \ldots,$$

avec un seul module n, on peut toujours trouver une nouvelle base qui corresponde à l'indicateur représenté par le plus petit des nombres que divisent à la fois les indicateurs correspondants aux bases données.

» *Corollaire.* Si le système des bases données

$$m_{,}, m_{,,}, m_{,,,}, \ldots$$

comprend tous les entiers inférieurs au module donné n et premiers à ce module, les indicateurs

$$i_{,}, i_{,,}, i_{,,,}, \ldots,$$

relatifs à ces mêmes bases, seront tous ceux qui peuvent correspondre au module n. Cela posé, on doit conclure du théorème 8 que tous les indicateurs correspondants à un module donné divisent un même nombre qui coïncide avec l'un de ces indicateurs. Il est d'ailleurs évident que ce dernier doit être le plus grand de tous les indicateurs, ou celui qu'on peut appeler l'*indicateur maximum*. Nommons I cet indicateur maximum. En vertu de la remarque précédente et du 4^e^ théorème, l'équivalence

$$m^{\mathrm{I}} \equiv 1, \ (\mathrm{mod.}\ n) \tag{20}$$

se trouvera vérifiée toutes les fois que le nombre m sera premier au module n; et, dans cette supposition, l'on résoudra en nombres entiers l'équation

$$mx \pm ny = \pm l,$$

en prenant

$$x \equiv \pm m^{\mathrm{I}-1} l. \tag{21}$$

» Il nous reste à déterminer, pour chaque module n, l'indicateur maximum I. Cette détermination de l'indicateur maximum se trouve intimement liée à la recherche des valeurs correspondantes de la base m, valeurs que nous appellerons *racines primitives* du module n, en généralisant une définition admise par les géomètres pour le cas où ce module est la première puissance ou même une puissance quelconque d'un nombre premier impair. D'ailleurs la détermination dont il s'agit se déduit aisément des propositions déjà établies, jointes à quelques autres théorèmes que nous allons énoncer.

» 9e *Théorème*. Soient n un nombre premier, et X une fonction entière de x, dans laquelle les coefficients numériques des diverses puissances de x se réduisent à des nombres entiers. Si l'on nomme r une racine de l'équivalence

$$X \equiv 0, \ (\text{mod. } n), \tag{22}$$

et $X_{\prime}$ un second polynome semblable au polynome X, mais du degré immédiatement inférieur; on pourra choisir ce second polynome de manière que l'on ait, pour toute valeur entière de x,

$$X \equiv (x - r) X_{\prime}, \ (\text{mod. } n). \tag{23}$$

» *Démonstration*. En effet, soit R ce que devient X pour $x = r$. La différence $X - R$ sera divisible algébriquement par $x - r$, et le quotient sera un polynome $X_{\prime}$ semblable au polynome X, mais du degré immédiatement inférieur. Comme on aura d'ailleurs identiquement

$$X - R = (x - r) X_{\prime},$$

et de plus,

$$R \equiv 0, \ (\text{mod. } n);$$

on en conclura, en attribuant à x une valeur entière quelconque,

$$X \equiv (x - r) X_{\prime}, \ (\text{mod. } n).$$

» *Corollaire* 1er. En vertu de la formule (23), l'équivalence (22), réduite à

$$(x - r) X_{\prime} \equiv 0, \ (\text{mod. } n),$$

se décomposera en deux autres, savoir :

$$(24)\qquad x - r \equiv 0, \quad X_{,} \equiv 0, \quad (\text{mod. } n).$$

Il est d'ailleurs aisé de voir que le coefficient de la plus haute puissance de x restera le même dans les deux polynomes X, $X_{,}$. Cela posé, concevons que, ce coefficient étant premier au module n, la racine r se réduise à l'un des entiers inférieurs à ce module, et nommons

$$r, r', r'', \ldots$$

les diverses racines de l'équivalence (22), représentées par divers entiers inférieurs à n. Une racine r' distincte de r, ne pouvant vérifier la première des formules (24), vérifiera nécessairement la seconde. Si d'ailleurs le polynome X est du premier degré ou de la forme $ax + b$, a étant premier à n, on aura

$$X_{,} = a;$$

et, la seconde des formules (24) ne pouvant être vérifiée, l'équation (21) n'admettra point de racine distincte de r et inférieure à n. Si le polynome X est du second degré, alors, le polynome $X_{,}$ étant du premier degré, la seconde des formules (24) admettra une seule racine inférieure à n, et par suite l'équation (22) admettra au plus deux racines distinctes inférieures à n. En continuant ainsi à faire croître le degré du polynome X, on déduira évidemment des formules (24) la proposition suivante.

» 10^{e}. *Théorème*. Soient n un nombre premier, et X une fonction entière de x, dans laquelle les coefficients numériques des diverses puissances de x se réduisent à des nombres entiers, le coefficient de la puissance la plus élevée étant premier au module n. Le degré du polynome X ne pourra être surpassé par le nombre des racines distinctes et inférieures à n qui vérifieront l'équivalence

$$X \equiv 0, \quad (\text{mod. } n).$$

» *Corollaire* 1er. Le module n étant un nombre premier, et I étant l'indicateur maximum relatif à ce module, chacun des nombres

$$1, 2, 3, \ldots, n - 1,$$

inférieurs et premiers au module n, représentera une valeur de m propre à vérifier la formule (20), et sera par conséquent une racine de l'équivalence

$$x^{\mathrm{I}} - 1 \equiv 0, \quad (\text{mod.}\ n).$$

Donc, en vertu du théorème 10^{e}, l'indicateur maximum I ne pourra être inférieur au nombre des entiers

$$1,\ 2,\ 3,\ldots,\ n-1,$$

c'est-à-dire au nombre

$$\mathrm{N} = n - 1;$$

et puisque, en vertu du théorème 4, joint au théorème de Fermat, I devra diviser ce même nombre, on aura nécessairement

$$(25) \qquad \mathrm{I} = \mathrm{N} = n - 1.$$

» *Corollaire* 2^{e}. La formule (25) s'étend au cas même où l'on aurait

$$n = 2,$$

et par suite

$$\mathrm{I} = \mathrm{N} = 1.$$

» Supposons maintenant que le module n cesse d'être un nombre premier; alors on établira facilement les propositions suivantes.

» 11^{e} *Théorème.* ν étant un module quelconque, i un nombre entier, x une quantité entière qui vérifie l'équivalence

$$(26) \qquad x \equiv 1, \ (\text{mod.}\ \nu),$$

et z le quotient de $x - 1$ par ν, l'équation

$$x = 1 + \nu z$$

entraînera l'équivalence

$$(27) \qquad x^{i} \equiv 1 + \nu i z, \ (\text{mod.}\ \nu^{2}).$$

» *Démonstration.* En effet, dans le développement de

$$x^{i} = (1 + \nu z)^{i},$$

tous les termes, à l'exception des deux premiers, seront divisibles par ν^2.

» *Corollaire* 1er. Si z ou i sont divisibles par ν, la formule (27) se réduira simplement à la suivante:

$$x^i \equiv 1, \ (\text{mod.}\ \nu^2). \tag{28}$$

Mais cette réduction ne pourra plus s'effectuer si z et i sont premiers à ν.

» *Corollaire* 2e. Si i est premier à ν, la valeur de x fournie par l'équation

$$x = 1 + \nu z$$

ne pourra vérifier la formule (28), à moins que z ne devienne divisible par ν, c'est-à-dire à moins que l'on n'ait

$$x \equiv 1, \ (\text{mod.}\ \nu^2). \tag{29}$$

» *Corollaire* 3e. Supposons que ν devienne un nombre premier, et que la quantité entière x soit équivalente à l'unité suivant le module ν, mais non suivant le module ν^2, en sorte que x vérifie la condition (26), sans vérifier la condition (29) : on ne pourra satisfaire à l'équivalence (28) qu'en attribuant à l'exposant i une valeur divisible par ν. Donc, parmi les puissances de x qui deviendront équivalentes à l'unité suivant le module ν^2, la moins élevée sera x^ν. En d'autres termes, ν sera l'indicateur correspondant au module

$$n = \nu^2,$$

et à la base

$$x = 1 + \nu z,$$

tant que z restera premier à ν.

» *Corollaire* 4e. Si, le module ν étant un nombre premier, la quantité

$$x = 1 + \nu z$$

devient positive et inférieure à ν^2, elle ne pourra être qu'un terme de la progression arithmétique

$$1, \ 1 + \nu, \ 1 + 2\nu, \ldots, 1 + (\nu - 1)\nu. \tag{30}$$

Or, comme le premier terme de cette progression vérifie seul la for-

mule (29), il résulte du corollaire précédent que l'indicateur correspondant à l'un quelconque des autres termes et au module ν^2 sera le nombre premier ν.

» *Corollaire* 5e. Si, dans les formules (26), (28), (29), on remplace x par $\frac{x}{y}$, x et y désignant deux nombres entiers premiers à ν, ces formules deviendront

$$(31)\qquad \left\{\begin{array}{l} x \equiv y, \ (\text{mod. } \nu), \\ x^i \equiv y^i, \ (\text{mod. } \nu^2), \\ x \equiv y, \ (\text{mod. } \nu^2). \end{array}\right.$$

Donc, lorsque i sera premier à ν, non-seulement les formules (26) et (28) entraîneront la formule (29); mais de plus les deux premières des formules (31) entraîneront la troisième, d'où il résulte qu'elles ne pourront subsister en même temps, si x, y, sont tous deux positifs et inférieurs à ν^2.

» *Corollaire* 6e. ν étant un nombre premier, r une racine primitive de ν, et x l'une des quantités entières qui vérifient la formule

$$(32)\qquad x \equiv r, \ (\text{mod. } \nu),$$

nommons i l'indicateur correspondant à la base r et au module

$$n = \nu^2.$$

On aura

$$x^i \equiv 1, \ (\text{mod. } \nu^2),$$

par conséquent,

$$x^i \equiv 1, \ (\text{mod. } \nu);$$

et, comme la formule (32) donnera

$$x^i \equiv r^i, \ (\text{mod. } \nu),$$

on aura encore

$$r^i \equiv 1, \ (\text{mod. } \nu).$$

Donc, en vertu du 4e théorème, i sera ou le nombre $\nu - 1$ qui représente l'indicateur correspondant au module ν et à la racine primitive r, ou un multiple de ce nombre. Mais, d'autre part, l'indicateur i devra diviser le

nombre N des entiers inférieurs et premiers à ν^2, savoir, le produit

$$N = \nu(\nu - 1).$$

Or, ν étant premier, les seuls multiples de $\nu - 1$ qui diviseront ce produit seront

$$\nu - 1 \quad \text{et} \quad N.$$

Donc, dans l'hypothèse admise, on aura

$$i = \nu - 1, \quad \text{ou} \quad i = N = \nu(\nu - 1).$$

» Observons maintenant que, parmi les valeurs de x propres à vérifier la formule (32), celles qui seront positives et inférieures à ν^2 se réduiront aux termes de la progression arithmétique

$$(33) \qquad r, \quad r + \nu, \quad r + 2\nu, \ldots, r + (\nu - 1)\nu,$$

et qu'en vertu du corollaire précédent, si l'on désigne par x, y deux de ces termes, l'équation

$$x^i \equiv y^i, \quad (\text{mod. } \nu^2)$$

ne pourra subsister, quand i sera premier à ν. Donc la valeur $\nu - 1$ de l'indicateur i ne pourra correspondre qu'à un seul des termes de la progression (33), et pour chacun des autres termes, on aura nécessairement $i = N$.

» *Corollaire* 7ᵉ. Le module

$$x = \nu^2$$

étant le carré d'un nombre premier ν, un seul terme de la progression (33) peut représenter une racine de l'équation

$$(34) \qquad x^{\nu-1} \equiv 1, \quad (\text{mod. } \nu^2).$$

Pour chacun des autres l'indicateur i acquiert la plus grande valeur N qu'il puisse atteindre, puisqu'il doit diviser N. Donc tous les termes de la progression (33) qui ne vérifient pas la condition (34) sont des

racines primitives de ν^2, et l'indicateur maximum I relatif au module ν^2 est

$$(35) \qquad I = N = \nu(\nu - 1).$$

» *Corollaire* 8e. La formule (35) s'étend au cas même où l'on aurait

$$\nu = 2, \quad n = \nu^2 = 4,$$

et par suite

$$N = 2.$$

On a donc, en prenant 4 pour module,

$$I = N = 2.$$

Alors aussi on obtient une seule racine primitive r inférieure à 4, savoir,

$$r = 3.$$

» 12e *Théorème*. $\nu > 1$ étant un nombre premier et x une quantité entière qui vérifie l'équivalence

$$x \equiv 1, \ (\text{mod. } \nu);$$

si l'on représente par n la puissance la plus élevée de ν qui divise la différence

$$x - 1,$$

le produit $n\nu$ représentera la puissance la plus élevée de ν qui divisera la différence

$$x^\nu - 1,$$

à moins que l'on n'ait

$$n = \nu = 2.$$

» *Démonstration*. Nommons z le quotient de $x - 1$ par n. On aura

$$x = 1 + nz,$$

z étant, par hypothèse, premier à ν. Or, dans le développement de

$$x^\nu = (1 + nz)^\nu,$$

les termes extrêmes seront

$$1,\ n^\nu z^\nu,$$

et tous les autres seront évidemment divisibles par le produit $n\nu$. D'ailleurs, ν étant facteur de n, le terme

$$n^\nu z^\nu = n.n^{\nu-1} z^\nu$$

sera lui-même divisible par le produit $n\nu$. Donc ce produit divisera la différence

$$x^\nu - 1.$$

» Il y a plus, ν étant un facteur de n, ν^2 sera un facteur de $n^{\nu-1}$, à moins que l'on n'ait

$$n = \nu = 2; \tag{36}$$

et par suite, si la condition (36) n'est pas remplie, tous les termes qui suivront les deux premiers dans le développement de

$$(1 + nz)^\nu$$

seront divisibles ou par $n^2\nu$ ou au moins par $n\nu^2$. On aura donc alors

$$x^\nu \equiv 1 + n\nu z,\ (\text{mod. } n\nu^2).$$

Donc, z étant premier à ν, le produit $n\nu$ sera la puissance la plus élevée de ν qui divise la différence

$$x^\nu - 1.$$

» *Corollaire* 1^er^. Si, dans le 12^e^ théorème, on remplace successivement x par x^ν, puis par x^{ν^2}, etc., on en conclura que, dans l'hypothèse admise, les puissances les plus élevées de ν, propres à diviser les différences

$$x^\nu - 1,\quad x^{\nu^2} - 1,\quad x^{\nu^3} - 1,\ \ldots,$$

seront respectivement

$$n\nu,\ n\nu^2,\ n\nu^3,\ \ldots$$

On doit toujours excepter le cas où l'on aurait $n = \nu = 2$.

» *Corollaire* 2^e^. En remplaçant dans le corollaire précédent x par x^i, on obtiendra une proposition dont voici l'énoncé : Si, $\nu > 1$ étant un nombre premier, on représente par n la plus élevée des puissances de ν qui divisent

$$x^i - 1,$$

alors les puissances les plus élevées de ν qui diviseront les différences

$$x^{i\nu} - 1,\quad x^{i\nu^2} - 1,\quad x^{i\nu^3} - 1,\ \ldots,$$

seront respectivement

$$n\nu,\quad n\nu^2,\quad n\nu^3,\ \ldots,$$

à moins que l'on n'ait $n = \nu = 2$.

» *Corollaire* 3^e^. ν étant un nombre premier impair, et r une racine primitive de ν^2, la puissance

$$r^{\nu-1} - 1$$

sera divisible une seule fois par ν. Donc, en vertu du corollaire 2^e^, les puissances les plus élevées de ν qui diviseront les différences

$$r^{\nu(\nu-1)} - 1,\quad r^{\nu^2(\nu-1)} - 1,\quad r^{\nu^3(\nu-1)} - 1,\ \text{etc.},$$

seront respectivement

$$\nu^2,\quad \nu^3,\quad \nu^4,\quad \text{etc.}$$

Donc

$$r^{\nu^a(\nu-1)}$$

sera le premier des termes de la suite

$$(37)\qquad r^{\nu-1},\quad r^{\nu(\nu-1)},\quad r^{\nu^2(\nu-1)},\quad r^{\nu^3(\nu-1)},\ \ldots$$

qui seront équivalents à l'unité, suivant le module ν^a. D'autre part, si l'on nomme i l'indicateur correspondant à la base r et au module ν^a, on aura

$$r^i \equiv 1,\ (\text{mod. } \nu^a),$$

et à plus forte raison

$$r^i \equiv 1,\ (\text{mod. } \nu);$$

d'où il résulte que i devra être un multiple de l'indicateur $\nu - 1$ corres-

pondant à la base r et au module ν. Donc i, qui devra en outre diviser le produit

$$N = \nu^{a-1}(\nu - 1),$$

représentera l'exposant de r dans le premier des termes de la suite (37) qui seront équivalents à l'unité suivant le module ν^a. On aura donc nécessairement

$$i = N = \nu^{a-1}(\nu - 1).$$

Cette dernière valeur de i étant la plus grande que puisse acquérir un indicateur relatif au module ν^a, nous devons conclure des observations précédentes, qu'une racine primitive r de ν^2 sera en même temps une racine primitive de ν^a, et que, dans le cas où le module

$$n = \nu^a$$

se réduit à une puissance d'un nombre premier impair, l'indicateur maximum I est déterminé par la formule

$$I = N = \nu^{a-1}(\nu - 1). \tag{38}$$

» *Corollaire* 4^e. Considérons en particulier le cas où l'on aurait

$$n = \nu = 2,$$

et supposons en conséquence la différence

$$x - 1$$

divisible une seule fois par le module 2. La différence

$$x^2 - 1 = (x - 1)(x + 1)$$

sera composée de deux facteurs $x - 1$, $x + 1$, divisibles l'un par 2 l'autre par 4. Elle sera donc divisible au moins par le nombre 8, c'est-à-dire par le cube de 2. Cela posé, nommons n la plus haute puissance de 2, qui divisera $x^2 - 1$. En vertu du corollaire 2^e, les puissances les plus élevées de 2 qui diviseront les différences

$$x^{2^2} - 1, \quad x^{2^3}, \text{ etc.},$$

seront respectivement

$$2n, \quad 2^2 n, \text{ etc.}$$

Donc, si a surpasse 2, le premier terme de la suite

$$x^2, \quad x^{2^2}, \quad x^{2^3}, \ldots,$$

qui deviendra équivalent à l'unité suivant le module 2^a, sera

$$x^i,$$

la valeur de i étant

$$(39) \qquad i = \frac{2^{a+1}}{n}.$$

D'autre part, l'indicateur correspondant à la base x et au module 2^a, devra être un diviseur de

$$N = 2^{a-1}.$$

Il se trouvera donc compris dans la suite

$$2, \ 2^2, \ 2^3, \ldots,$$

et ne pourra être que la valeur précédente de i. Cette même valeur deviendra la plus grande possible, lorsque le nombre n se réduira simplement à 8, ce qui arrivera si l'on prend

$$x = 3 \quad \text{ou} \quad x = 5,$$

puisque l'on a

$$3^2 - 1 = 8 \quad \text{et} \quad 5^2 - 1 = 3.8.$$

Par conséquent

$$(40) \qquad I = \tfrac{1}{2} N = 2^{a-2}$$

sera l'indicateur maximum relatif au module

$$n = 2^a > 4.$$

» La formule (40) s'étend au cas même où l'on aurait $a = 3$, et donne alors, comme on devait s'y attendre,

$$I = \tfrac{1}{2} N = 2.$$

» A l'aide des diverses propositions que nous venons de rappeler, et qui pour la plupart était déjà connues (voir les *Recherches arithmétiques* de M. Gauss et le *Canon arithmeticus* de M. Jacobi), il nous sera maintenant facile de résoudre la question suivante.

» 2ᵉ *Problème.* Trouver l'indicateur maximum I correspondant à un module donné n.

» *Solution.* Pour résoudre ce problème, il faut considérer successivement les divers cas qui peuvent se présenter, suivant que le module n est un nombre premier ou une puissance d'un tel nombre, ou un nombre composé.

» Si le module n est un nombre premier ν, ou une puissance d'un nombre premier impair, ou l'une des deux premières puissances de 2, alors, en nommant N le nombre des entiers inférieurs à n, et premiers à n, on aura généralement, d'après ce qui a été dit ci-dessus,

$$I = N = n\left(1 - \frac{1}{\nu}\right);$$

et en particulier, si n se réduit à 2 ou à 4,

$$I = N = \frac{1}{2}n.$$

» Si le module n est une puissance de 2, supérieure à la seconde, on aura simplement

$$I = \frac{1}{2}N = \frac{1}{4}n.$$

» Enfin, si le module n est un nombre quelconque, on pourra le décomposer en facteurs

$$n_{\prime}, \; n_{\prime\prime}, \ldots,$$

dont chacun soit un nombre premier ou une puissance d'un nombre premier. Soient alors

$$I_{\prime}, \; I_{\prime\prime}, \ldots$$

les indicateurs maxima correspondants aux modules

$$n_{\prime}, \; n_{\prime\prime}, \ldots$$

En vertu des théorèmes 3 et 5, une base donnée r sera une racine primi-

tive de n, si cette base, divisée successivement par chacun des nombres $n_{,}, n_{,,},\ldots$, fournit pour restes des racines primitives de ces mêmes nombres; et I sera le plus petit nombre entier divisible à la fois par chacun des indicateurs

$$I_{,},\ I_{,,},\ \ldots$$

» La solution du problème précédent fournit, pour la résolution des équivalences du premier degré, une règle très simple, qui se réduit à la règle donnée par M. Libri et par M. Binet, dans le cas particulier où le module est un nombre premier. La nouvelle règle, d'après ce que nous a dit M. Poinsot, coïncide, au moins lorsque le module est pair, avec celle que lui-même avait indiquée dans la Note manuscrite, remise à M. Legendre. Appliquée au cas où l'on prend pour module un nombre composé, elle n'exige pas, comme les méthodes présentées par M. Libri et M. Binet, la décomposition de ce module en facteurs premiers; et ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'alors l'application devient d'autant plus facile que le module est un nombre plus composé. Montrons la vérité de cette assertion par quelques exemples.

» Pour que toute équation indéterminée à deux inconnues puisse être résolue immédiatement à la seule inspection des coefficients de ces inconnues, dans le cas où l'un des coefficients ne surpasse par 1000, il suffit que l'on construise un tableau qui, pour tout module renfermé entre les limites 1 et 1000, fournisse l'indicateur correspondant à ce module. Or, à l'aide de ce tableau, dont la construction est facile (voir la solution du 2^{e} problème), et dont une partie se trouve à la suite de ce Mémoire (page 846), on reconnaît que l'indicateur 2 correspond aux modules

$$3,\ 4,\ 6,\ 12,\ 24.$$

Donc pour chacun de ces modules, l'inverse d'un nombre donné est équivalent à ce nombre même.

» Ainsi, en particulier, l'inverse du nombre 19 suivant le module 24 est équivalent à 19. En d'autres termes, 19 est une des valeurs entières de x qui vérifient l'équation indéterminée

$$19x - 24y = 1.$$

Effectivement, le carré de 19 ou 361, divisé par 24, donne 1 pour reste.

» De ce que l'indicateur 4 correspond aux modules

$$5,\ 10,\ 15,\ 16,\ 20,\ 30,\ 40,\ 48,\ 60,\ 80,\ 120,\ 240,$$

il résulte immédiatement que, pour chacun de ces modules, l'inverse d'un nombre donné est équivalent au cube de ce même nombre. Ainsi, en particulier, l'inverse du nombre 67 suivant le module 120 est équivalent au cube de 67, par conséquent au produit de 67 par 49, ou à 43. En d'autres termes, 43 est une des valeurs de x qui vérifient l'équation

$$67x - 120y = 1.$$

Effectivement,

$$67 \times 43 = 2881 = 24 \times 120 + 1.$$

» De ce que l'indicateur 6 correspond aux modules

$$7,\ 9,\ 14,\ 18,\ 21,\ 28,\ 36,\ 42,\ 56,\ 63,\ 72,\ 84,\ 168,\ 504,$$

il résulte immédiatement que, pour chacun de ces modules, l'inverse d'un nombre donné est équivalent à la 5^e puissance de ce nombre. Ainsi, en particulier, l'inverse du nombre 17 sera équivalent, suivant le module 504, à

$$17^5 = 1419857,$$

par conséquent à 89. En d'autres termes 89 est une valeur de x propre à vérifier l'équation indéterminée

$$17x - 504y = 1.$$

Effectivement,

$$17 \times 89 = 1513 = 3 \times 504 + 1.$$

» Comme dans la méthode ci-dessus exposée la valeur de x est toujours exprimée par une puissance connue du nombre donné, le calcul pourra s'exécuter commodément, à l'aide des tables de logarithmes, même quand l'indicateur sera composé de plusieurs chiffres.

» Supposons, pour fixer les idées, que, le nombre donné étant 29, on demande un autre nombre équivalent à l'inverse du premier, suivant le module 192. L'indicateur étant alors égal à 16, le nombre cherché sera

$$29^{15} = (29^5)^3.$$

D'ailleurs les sept premiers chiffres de la valeur approchée de 29^5, déterminés à l'aide des tables de logarithmes, sont ceux que présente le nombre

$$2051115,$$

attendu que l'on a

$$5 \log 29 = 7,3119900.$$

De plus, le dernier chiffre de 29^5, comme celui de 9^5, sera nécessairement 9. On aura donc par suite

$$29^5 = 20511149 \equiv 173 \equiv -19, \text{ (mod. 192)},$$
$$29^{15} \equiv -19^3, \text{ (mod. 192)};$$

puis, en se servant de nouveau des tables de logarithmes,

$$29^{15} \equiv -6859 \equiv -139 \equiv 53, \text{ (mod. 192)}.$$

Donc, 29^{15} et 53 seront deux valeurs de x propres à vérifier la formule

$$29x - 192y = 1.$$

Effectivement,

$$29.53 = 1537 = 8.192 + 1.$$

» Nous exposerons dans un autre article la méthode par laquelle on peut trouver facilement les valeurs entières, nulles ou positives, de plusieurs inconnues liées entre elles par des équations indéterminées du premier degré. »

M. Cauchy présente à l'Académie un Mémoire sur les *racines quadratiques*, dont un extrait sera publié dans un des prochains *Comptes rendus*.

***TABLEAU** pour la détermination de l'indicateur maximum I correspondant à un module donné n.*

n.	I.	n.	I.	n.	I.	n.	I.	n.	I.
		21	6	41	40	61	60	81	54
2	1	22	10	42	6	62	30	82	40
3	2	23	22	43	42	63	6	83	82
4	2	24	2	44	10	64	16	84	6
5	4	25	20	45	12	65	12	85	16
6	2	26	12	46	22	66	10	86	42
7	6	27	18	47	46	67	66	87	28
8	2	28	6	48	4	68	16	88	10
9	6	29	28	49	42	69	22	89	88
10	4	30	4	50	20	70	12	90	12
11	10	31	30	51	16	71	70	91	12
12	2	32	8	52	12	72	6	92	22
13	12	33	10	53	52	73	72	93	30
14	6	34	16	54	18	74	36	94	46
15	4	35	12	55	20	75	20	95	36
16	4	36	6	56	6	76	18	96	8
17	16	37	36	57	18	77	30	97	96
18	6	38	18	58	28	78	12	98	42
19	18	39	12	59	58	79	78	99	30
20	4	40	4	60	4	80	4	100	20

Sur la matière colorante du Peganum Harmala; *par* M. DE MIRBEL.

« L'année dernière, M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce envoya à l'administration du Muséum d'Histoire naturelle une centaine de kilog. de graines de *Peganum Harmala*, avec invitation de les distribuer à ceux de nos nombreux correspondants qui s'occupent d'agriculture. A cet envoi était jointe une Note annonçant que M. Goebel, professeur de chimie à Dorpat, avait retiré du *Peganum* un principe colorant d'un beau rouge. On supposa ici, je ne sais sur quel fondement, que ce principe était contenu dans la graine. Notre très habile confrère, M. Chevreul, l'y chercha et ne l'y trouva pas. J'écrivis au savant M. Bung, professeur de botanique à Dorpat, pour obtenir des renseignements précis. Il me répondit qu'il n'y avait pas de doute que le *Peganum* ne contînt un principe colorant rouge, lequel était employé avec succès en Turquie pour la teinture des étoffes de soie ou de laine, mais qu'il n'avait pu se procurer de renseignements sur les procédés d'extraction. Le 24 mars dernier, M. le professeur Ernest Meyer, dont le nom est très avantageusement connu de l'Académie, m'annonça l'envoi d'un essai de rouge d'*Harmala*, de la part du professeur Goebel. Je mets sous les yeux de l'Académie ces échantillons de soie et de laine, avec un petit paquet de râpure de la plante. Il est évident que ces débris ne proviennent pas de la graine. Tout porte à croire que le principe colorant réside dans la racine. Reste à savoir si, dans l'intérêt du producteur et du consommateur, le rouge d'*Harmala* doit être préféré à celui de la garance, avec lequel il paraît avoir beaucoup d'analogie. »

RAPPORTS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. BROCH, *relatif à une certaine classe d'intégrales.*

(Commissaires, MM. Liouville, Cauchy rapporteur.)

« Les géomètres connaissent les beaux travaux d'Abel et de M. Jacobi, sur la théorie des transcendantes elliptiques. On sait que d'importants Mémoires, relatifs à cette théorie, ont été composés par Abel, dans l'an-

née 1826 et les deux suivantes, que plusieurs de ces Mémoires ont été publiés dès cette époque, même dès l'année 1826, dans le *Journal scientifique* de M. Crelle; que l'un d'eux en particulier a été approuvé par l'Académie en 1829, sur le rapport d'une Commission dont M. Legendre faisait partie, puis couronné par l'Institut en 1830, et que la valeur du prix fut remise à la mère d'Abel. En effet, cet illustre norwégien, qu'un projet de mariage avait déterminé à entreprendre un voyage au plus fort de l'hiver, était malheureusement tombé malade vers le milieu de janvier 1829, et malgré les soins qui lui furent prodigués par la famille de sa fiancée, il était mort d'une phthisie, le 6 avril, alité depuis trois mois.

» C'est encore aujourd'hui pour les travaux d'un jeune norwégien, d'un compatriote d'Abel, que nous avons à réclamer un moment d'attention de la part de l'Académie. Le Mémoire de M. Broch a pour objet une certaine classe d'intégrales qui comprennent, comme cas particulier, les transcendantes elliptiques. Ces intégrales sont celles dont la dérivée peut être considérée comme le produit d'une certaine puissance entière de la variable x par deux facteurs, dont le premier est une fonction rationnelle d'une autre puissance entière x^p de x, et le second une racine quelconque d'une semblable fonction. Ces mêmes intégrales forment une classe particulière de transcendantes, qui se réduisent aux fonctions elliptiques, lorsque, le radical étant du second degré, le polynome renfermé sous le radical est du 4^e degré.

» Dans le premier chapitre de son Mémoire, M. Broch s'occupe de la sommation des transcendantes en question, considérées comme fonctions de la variable x, ou plutôt de la sommation des valeurs que peut acquérir une semblable fonction pour des valeurs diverses de la variable. Il établit plusieurs théorèmes dignes de remarque; et prouve, par exemple, que la somme des diverses valeurs de la fonction, correspondantes aux diverses racines d'une certaine équation algébrique, peut être exprimée à l'aide d'une fonction algébrique et logarithmique des quantités que renferme l'équation dont il s'agit. Il montre ensuite le parti qu'on peut tirer de ce théorème et de quelques autres pour la réduction de la nouvelle espèce de transcendantes.

» Dans les derniers chapitres de son Mémoire, M. Broch fait voir qu'une transcendante quelconque de la forme indiquée peut toujours être exprimée à l'aide d'un certain nombre de fonctions plus simples de la même forme, et d'une fonction algébrique et logarithmique de la variable x. Les

fonctions irréductibles entre elles constituent alors, comme dans la théorie des fonctions elliptiques, diverses classes de transcendantes. Quand le nombre de ces fonctions irréductibles se réduit à zéro, l'intégration s'effectue complétement, à l'aide de fonctions algébriques et logarithmiques. Dans tout autre cas, elle est impossible. D'ailleurs, comme on devait s'y attendre, les cas où l'intégration s'effectue restent les mêmes, soit qu'on les déduise des théorèmes énoncés dans la première partie du Mémoire, ou de la méthode de réduction indiquée dans la seconde.

» Nous devons observer ici, 1° que les théorèmes énoncés par M. Broch s'accordent, dans des cas particuliers, avec ceux que renferment divers Mémoires d'Abel; 2° que M. Broch avait déjà traité, dans le *Journal de M. Crelle*, le cas où l'exposant p se réduit à l'unité; 3° qu'un Mémoire de deux pages, publié dans le premier volume des *OEuvres d'Abel*, contient les bases d'une théorie qui pourrait s'appliquer aux transcendantes considérées par M. Broch; 4° que ces mêmes transcendantes se trouvent aussi considérées dans le Mémoire d'Abel qui a remporté le prix, mais que M. Broch n'a pu connaître, puisqu'il n'est pas encore publié.

» Avant de terminer ce rapport où nous avons eu souvent à rappeler les travaux d'Abel, il nous paraît convenable de détruire une erreur assez généralement répandue. On a supposé qu'Abel était mort dans la misère, et cette supposition est devenue l'occasion de violentes attaques dirigées contre les savants de la Suède et des autres parties de l'Europe. Nous aimons à croire que les auteurs de ces attaques regretteront de s'être exprimés avec tant de vivacité, quand ils liront la préface des *OEuvres d'Abel*, publiées récemment en Norwége, par M. Holmboe, le professeur et l'ami de l'illustre géomètre. Ils y verront avec intérêt les encouragements flatteurs, les témoignages d'estime et d'admiration qu'Abel, durant sa vie, a reçus des savants, particulièrement de ceux qui s'occupaient, en même temps que lui, de la théorie des transcendantes elliptiques; et ils remarqueront avec consolation, au bas de la page VII, ces paroles qui suffiront pour éclaircir tous leurs doutes:

» *Un journal français dont je ne me rappelle pas le nom, m'est venu sous les yeux, où l'on a rapporté qu'Abel est mort dans la misère. On voit par les détails ci-dessus que ce rapport n'est pas conforme à la vérité.*

» Revenons à M. Broch. Ce que nous avons dit de ses recherches suffit pour en montrer toute l'importance. Les résultats auxquels il est arrivé, analogues à ceux qu'Abel a obtenus dans ses plus beaux Mémoires, montrent un esprit familiarisé avec les méthodes analytiques, et habitué à lutter avec

succès contre les difficultés que présentent les parties les plus élevées du calcul intégral. En résumé, le Mémoire de M. Broch prouve que l'auteur n'a pas trop présumé de ses forces en se proposant de marcher sur les traces d'Abel. Nous pensons que ce Mémoire est digne de l'approbation de l'Académie, et d'être inséré dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur les chaux hydrauliques, les ciments et les pierres artificielles, suivi de considérations chimiques sur la formation des calcaires siliceux, et en général des espèces minérales formées par la voie humide; par* M. **Fréd. Kuhlmann.** (Extrait.)

(Commissaires, MM. Thenard, Cordier, Dumas, Pelouze.)

« A la suite de recherches qui concernent la théorie de la nitrification, l'auteur a été conduit à faire un examen attentif de la nature des efflorescences des murailles, de leur origine et des circonstances qui donnent lieu à leur formation. Ses investigations sur ce point lui ont permis de constater la présence de sels de potasse et de soude dans la plupart des calcaires des diverses époques géologiques, et en particulier, des calcaires susceptibles de donner des chaux hydrauliques naturelles ou des ciments. Par suite de ces résultats, il a été conduit à rechercher si les sels de potasse et de soude exercent quelque influence sur les propriétés de la chaux; si leur présence dans les calcaires siliceux peut jeter quelque jour sur la formation naturelle de ces pierres.

Chaux hydrauliques.

» J'ai reconnu, dit l'auteur, que si la chaux peut directement se combiner par la calcination avec la silice, lorsque cette dernière lui est présentée à l'état d'hydrate, il me paraît également démontré que cette combinaison est considérablement facilitée par l'addition au mélange d'un peu de potasse, de soude ou de sels de ces bases susceptibles de se transformer en silicates dans les conditions où la calcination a lieu. Pour déterminer la transformation d'une grande quantité de carbonate de chaux en silicate, il n'est pas nécessaire d'ajouter au mélange de craie ou de chaux et d'ar-

gile, une grande quantité d'alcali; car le rôle de ce dernier paraît se borner à faciliter le transport successif de la silice sur la chaux.

» M. Kuhlmann indique ensuite d'autres procédés de préparation de chaux et ciments hydrauliques dans lesquels il fait intervenir la silice ou l'alumine à l'état de dissolution dans l'eau, formant ainsi au contact de la chaux délitée des silicates et aluminates qui résistent à l'action de l'eau et possèdent toutes les propriétés, comme aussi la composition des chaux hydrauliques naturelles. Ce mode de préparation des chaux hydrauliques par voie humide exige l'emploi d'une plus grande quantité d'alcalis que le précédent, mais il a sur lui d'autres avantages qui compensent cet inconvénient. Ces avantages résident principalement dans la facilité de la préparation du mortier hydraulique avec la chaux grasse et dans la possibilité de graduer à volonté l'hydraulicité des chaux, au moment de l'emploi. M. Kuhlmann produit encore des chaux qui acquièrent une grande consistance en traitant par la voie sèche ou la voie humide, différents sulfates, et notamment ceux d'alumine, de fer, de manganèse, etc., par la chaux délitée.

» Quant à l'utilité de toutes ces préparations, M. Kuhlmann attend, pour se prononcer, qu'une longue expérience ait pu être acquise; que l'on ait pu apprécier suffisamment l'action de la gelée, celles des efflorescences salines et de la nitrification, toutes causes plus ou moins énergiques de destruction; et en terminant sur ce point, il dit que, tout en faisant intervenir un agent nouveau dans la théorie de la formation des chaux hydrauliques artificielles, il n'en regarde pas moins comme incontestables et fondamentales les bases sur lesquelles reposent les travaux si remarquables de M. Vicat, travaux qui honoreront à jamais le nom de cet habile ingénieur.

Pierres artificielles.

» Les silicates alcalins solubles sont devenus, entre les mains de M. Kuhlmann, l'objet d'applications plus étendues et non moins importantes.

» Il a remarqué qu'en mettant en contact, même à froid, la craie en poudre avec une dissolution de ces silicates, il y avait un certain échange d'acide entre les deux sels, et qu'une partie de la craie était transformée en silicate de chaux et une quantité correspondante de silicate de potasse en carbonate de potasse.

» En délayant de la craie en poudre dans une dissolution de silicate de potasse, on obtient un mastic qui durcit lentement à l'air, en prenant

assez de dureté pour devenir applicable dans quelques circonstances à la restauration des monuments publics, à la fabrication des objets de moulures, etc.

» La craie en pâte artificielle ou en pierre naturelle, plongée dans une dissolution de silicate de potasse, absorbe, même à froid, une quantité de silice qui peut devenir considérable, en exposant la pierre alternativement et à plusieurs reprises à l'action de la dissolution siliceuse et à l'air; la craie prend un aspect lisse, un grain serré et une couleur plus ou moins jaunâtre, suivant qu'elle était plus ou moins ferrugineuse.

» Les pierres ainsi préparées sont susceptibles de recevoir un beau poli; le durcissement d'abord superficiel pénètre peu à peu au centre, alors même que la pierre présente une assez grande épaisseur; elles paraissent pouvoir devenir d'une utilité incontestable pour faire des travaux de sculpture, des ornements divers d'un travail même très délicat, car lorsque la silicatisation a lieu sur des craies bien sèches (ce qui est essentiel pour obtenir de bons résultats), les surfaces ne sont nullement altérées. Des essais faits pour appliquer ces pierres à l'imprimerie lithographique promettent un succès complet.

» Cette méthode de transformer les calcaires tendres en calcaires siliceux peut devenir une conquête précieuse pour l'art de bâtir. Des ornements inaltérables à l'humidité et d'une grande dureté pourront être obtenus à des prix peu élevés, et dans beaucoup de cas un badigeonnage fait avec une dissolution de silicate de potasse pourra servir à préserver d'une altération ultérieure d'anciens monuments construits en calcaire tendre; ce même badigeonnage pourra devenir d'une application générale dans les contrées où, comme en Champagne, la craie forme presque l'unique matière applicable aux constructions.

» Le plâtre subit des transformations analogues à celles de la craie; l'action du silicate alcalin est même plus énergique; aussi convient-il d'opérer au moyen de dissolutions faibles, pour pénétrer convenablement de silice les objets en plâtre moulé, et mieux de gâcher tout d'abord le plâtre avec une dissolution de silicate de potasse. Les carbonates de baryte, de strontiane, d'oxide de plomb, etc., peuvent subir une silicatisation analogue à celle de la craie. La pâte obtenue en pétrissant de la céruse en poudre avec une dissolution de silicate de potasse ou de soude prend une grande dureté, et présente un beau poli. Envisageant ces différentes questions sous le point de vue théorique, M. Kuhlmann établit qu'un grand nombre d'oxides peuvent se combiner avec la chaux, et que cette dernière

enlève entièrement l'acide silicique au silicate de potasse en dissolution dans l'eau; qu'une dissolution ammoniacale d'oxide de cuivre étant mise en contact avec la chaux délitée, il se forme un cuprate de chaux dont l'existence donne la clé de la théorie de la formation des cendres bleues. Quant à la réaction du silicate de potasse sur la craie et d'autres carbonates, cette réaction, cet échange partiel des acides, qui a lieu par le contact d'un sel dissous avec un sel réputé insoluble, se produit dans un grand nombre de circonstances; ils dérivent d'une loi commune qui n'est qu'une extension des lois de Berthollet, applicable aux sels insolubles proprement dits, dans l'eau ou dans les dissolutions réagissantes, et qui tend à faire tenir compte dans la réaction des sels les uns sur les autres, des différents degrés d'insolubilité. Ainsi, toutes les fois qu'on met en contact un sel insoluble avec la dissolution d'un sel dont l'acide peut former, avec la base du sel insoluble, un sel plus insoluble encore, il y a échange; mais le plus souvent cet échange n'est que partiel, et dans beaucoup de circonstances il doit se former des sels doubles. Pour avoir un exemple de la loi ci-dessus énoncée, il suffit de savoir que le carbonate de potasse transforme le plâtre en carbonate de chaux; que le chromate de potasse convertit en partie le carbonate de chaux en chromate de chaux, et que ce dernier passe en partie à l'état de silicate de chaux lorsqu'on le met en contact avec le silicate de potasse.

Formation naturelle des espèces minérales par la voie humide.

» Mes essais, dit M. Kuhlmann, tendent à prouver que le silicate de chaux qui accompagne les craies n'a d'autre origine que celle résultant d'une infiltration de silicate de potasse ou de soude à l'état de dissolution dans l'eau; la présence d'un peu de potasse que j'ai trouvée dans la craie, comme aussi la conformation des veines de silicate de chaux qui traversent les craies en tout sens, donnent un grand poids à cette opinion.

» Il restait un point important à décider: comment doit-on envisager l'action de l'air dans le durcissement des calcaires siliceux ou artificiels, et par suite d'une partie de ceux naturels, en adoptant ces explications de leur formation. Il est évident que le silicate de chaux présentant un état gélatineux au moment de sa production, la craie imprégnée ou injectée de ce silicate ne peut acquérir de dureté que par le retrait que doit prendre ce dernier par dessiccation ou par une combinaison plus intime; mais cette cause, qui explique d'une manière satisfaisante la cause des durcissements des calcaires tendres par leur exposition à l'air après leur extraction, n'est pas la seule qui intervienne dans le durcissement artificiel des craies. L'a-

cide carbonique de l'air détermine lentement la décomposition du silicate de potasse qui a échappé à la réaction et qui est resté engagé dans la pierre artificielle. Ainsi se justifie encore la présence dans la masse calcaire d'un dépôt siliceux susceptible d'en augmenter la dureté.

» En réfléchissant à cette admirable réaction, n'est-on pas conduit naturellement, dit l'auteur, à attribuer non-seulement toutes les infiltrations et les cristallisations de silice dans les roches calcaires, mais encore la formation d'une infinité de pâtes siliceuses et alumineuses naturelles, à des réactions analogues. N'est-on pas conduit à admettre que le silex pyromaque, les agates, les bois pétrifiés et autres infiltrations siliceuses n'ont pas eu d'autre origine; qu'ils doivent leur formation à la décomposition lente du silicate alcalin par l'acide carbonique. C'est là une question qui est appelée à jeter une vive lumière sur l'histoire naturelle du globe, et qui paraît presque amenée à un état de démonstration par la présence de la potasse que j'ai trouvée en petite quantité dans différentes pierres siliceuses, telles que le silex pyromaque, l'opale de Castellamonte, etc.

» La potasse et la soude n'ont donc pas été étrangères à la formation de la plupart des roches siliceuses, et sans doute aussi des roches alumineuses. Mes expériences, dit M. Kuhlmann, paraissent de nature à faire cesser toute incertitude sur ce point, et bientôt une théorie régulière et admise par tous remplacera des hypothèses plus ou moins hasardées. On arrivera à reconnaître avec moi que la formation de beaucoup de ces roches repose :

» 1°. Sur la décomposition des carbonates de chaux, de magnésie, etc., par le silicate de potasse ou de soude, donnant lieu à des silicates de chaux ou de magnésie, lesquels, par l'action lente des eaux chargées d'acide carbonique, perdent, dans quelques circonstances, l'élément calcaire ou magnésien;

» 2°. Sur la formation directe de pâtes siliceuses par décomposition lente, au contact de l'acide carbonique de l'air, des silicates alcalins dissous dans l'eau.

» Dans le cours de mes expériences, j'ai reconnu que le manganésiate alcalin joue un rôle analogue au silicate et à l'aluminate. L'acide carbonique de l'air détermine également la décomposition de ce sel. Cette analogie conduit à attribuer la formation de beaucoup de roches manganésiennes à une origine pareille. L'analogie m'a paru plus frappante encore en constatant, par plusieurs essais, que le peroxide de manganèse cristallisé naturel, retient souvent un peu d'alcali, et aujourd'hui que nous savons qu'il existe un composé correspondant au manganésiate de potasse, dans le-

quel l'oxide de fer joue le rôle d'acide, il n'est pas indifférent de rechercher si la théorie de la décomposition du chlorure de fer est la seule manière d'expliquer la formation du fer oligiste; si la formation de cet oxide naturel ne se rattache pas à des réactions de la nature de celles que je viens de signaler : j'ai trouvé des traces de potasse dans le fer oligiste de l'île d'Elbe.

» Enfin, la potasse ou la soude paraissant avoir présidé à une grande partie des formations par la voie humide, il conviendra de rechercher ces alcalis dans toutes les espèces minérales appartenant à des métaux dont les oxides peuvent jouer le rôle d'acide. Il ne sera pas difficile ainsi de se rendre compte de la formation du silicate de zinc, de l'oxide d'étain natif, etc.

» Et si nous tenons compte de l'action des sels solubles sur les sels insolubles, et si nous recherchons un autre dissolvant dans les bicarbonates alcalins ou dans l'eau chargée d'acide carbonique, nous arriverons à d'autres faits très nombreux qui viendront corroborer ces idées théoriques sur la formation des roches par la voie humide. Ainsi, divers résultats me portent à admettre que des sulfates, des phosphates, des arséniates, des fluorures, des chlorures, des sulfures, etc., ont pu être produits par la réaction des sels à base alcaline sur les carbonates ou sulfates terreux, comme aussi nous pouvons nous rendre compte de la formation de calcaires compactes par infiltrations dans les craies, de dissolutions de carbonate de chaux en faveur d'un excès d'acide carbonique; et si nous supposons que la matière injectée dans la craie soit du carbonate de magnésie, nous arrivons à la formation de certaines dolomies.

» M. Kuhlmann termine son travail en faisant pressentir les nombreuses applications industrielles auxquelles l'injection artificielle des substances minérales dans l'intérieur des corps poreux peut donner lieu, soit qu'on opère sur les matières organiques ou les matières inorganiques. »

Après la lecture du Mémoire de M. *Kuhlmann*, M. **Dumas** prend la parole pour déclarer à l'Académie que les faits importants que ce Mémoire renferme, lui avaient été communiqués par l'auteur, il y a plusieurs mois.

(*Pièces de la séance du 5 mai.*)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIRURGIE. — *Des brides ou barrières à l'orifice interne de l'urètre; par* M. CIVIALE. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Larrey, Breschet.)

« On trouve souvent, chez les vieillards surtout, une déformation considérable de l'orifice interne de l'urètre, résultant de divers états morbides de la prostate, et aussi d'une saillie semilunaire, s'élevant de la face inférieure du col vésical, et constituant une sorte d'écluse ou de barrière qui gène la sortie de l'urine et met obstacle à l'introduction des instruments. Cette disposition, dont les auteurs se sont à peine occupés, mérite d'autant plus de fixer l'attention, qu'elle exerce une grande influence sur les maladies de l'appareil urinaire.

» Cette espèce de barrière affecte trois formes différentes : chez certains sujets il n'y a qu'un simple repli membraneux, mince, lisse et presque transparent, qui s'étend d'un lobe latéral de la prostate à celui du côté opposé. Dans d'autres cas plus rares, le bord libre du repli affecte la forme d'un cordon arrondi, qui semble avoir, en se tendant, soulevé la membrane muqueuse, dont les deux feuillets adossés donnent naissance à la soupape ou valvule. Celle-ci est plus épaisse que dans le cas précédent, et l'on découvre entre les deux lames qui la constituent, un tissu dense, analogue à celui du sphincter vésical qu'on a considéré tantôt comme scléreux, et tantôt comme musculeux. Ailleurs enfin l'éperon a plus d'épaisseur encore. Son bord libre est moins résistant; parfois même il est frangé, festonné, chargé d'excroissances ou de saillies qui séparent des espèces de sillons. Il s'agit, dans ce dernier cas, d'une fongosité ou d'un mode spécial de gonflement prostatique qui, au lieu d'une masse arrrondie, produit une tumeur aplatie d'avant en arrière. Ces trois sortes de brides peuvent exister isolément ou se trouver réunies chez un même sujet.

» La hauteur de cette barrière varie beaucoup. Je l'ai trouvée haute de 9 à 12 lignes chez divers sujets. Ordinairement elle fait moins de saillie,

souvent même elle ne produit une véritable cloison que quand on écarte l'un de l'autre les lobes latéraux de la prostate. Du côté de l'urètre la face de la valvule est à pic, tandis que du côté de la vessie elle s'abaisse par une gradation insensible

» Ces sortes de brides ont le plus communément une direction transversale et s'étendant d'un lobe latéral de la prostate à celui du côté opposé; mais elles peuvent affecter d'autres directions relatives au siége des tuméfactions partielles de la prostate.

» Les désordres que ces états morbides apportent à l'expulsion de l'urine sont très variables, mais ils ne diffèrent pas notablement de ceux qu'entraînent d'autres maladies du col vésical. Ce n'est donc pas par des symptômes spéciaux qu'on peut espérer de les reconnaître. On ne parvient à établir un diagnostic rigoureux qu'au moyen d'explorations particulières, et avec des instruments que j'ai fait connaître et dont l'expérience m'a plus d'une fois démontré l'utilité : quant au traitement, il est du ressort exclusif de la chirurgie. Il consiste à diviser la barrière, tantôt en procédant du bord libre vers sa base, et tantôt en pratiquant une ponction au niveau du point où la bride prend naissance et prolongeant la section jusqu'au bord libre. J'ai mis sous les yeux de l'Académie les instruments à l'aide desquels on pratique cette opération, qui a très bien réussi sur deux malades. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches anatomiques et expérimentales sur les nerfs du larynx et sur le nerf accessoire de Willis; par* M. LONGET.

(Commissaires, MM. de Blainville, Flourens, Breschet.)

L'auteur a accompagné son Mémoire de la lettre suivante, qui donne une idée des résultats qu'il croit avoir constatés par ses expériences.

« Dans des dissections assez nombreuses sur l'homme, le chien et le cheval, j'ai constamment vu le nerf récurrent envoyer au muscle arythénoïdien un filet considérable, filet qui, d'ailleurs, avait été déjà signalé par d'autres anatomistes; d'où il faut conclure que le récurrent fournit des rameaux non-seulement aux muscles dilatateurs de la glotte, mais aussi à son contricteur le plus puissant (l'arythénoïdien). Quant au prétendu rameau que le laryngé supérieur donnerait à ce muscle, je ne l'ai jamais vu s'arrêter dans l'épaisseur de celui-ci, et il m'a toujours paru traverser l'arythénoïdien pour se rendre à la muqueuse qui tapisse sa face antérieure. Mais ce que l'observation anatomique m'avait démontré, j'ai voulu le con-

firmer encore par l'*expérimentation :* à cet effet, j'ai d'abord employé le galvanisme.

» J'enlève donc, avec célérité, le larynx sur un chien vivant, et j'applique les deux pôles d'une pile (10 couples, 11 cent. carrés) au laryngé supérieur; *le muscle arythénoïdien n'éprouve jamais la moindre contraction;* au contraire, les secousses convulsives les plus violentes s'observent dans ce muscle et dans tous les autres muscles laryngés (1), quand on galvanise les récurrents.

» L'anatomie et les épreuves avec le galvanisme s'accordent donc pour démontrer que le laryngé supérieur est le nerf moteur du larynx, et que s'il fournit aux muscles dilatateurs de la glotte, il donne aussi des filets à son muscle essentiellement constricteur (c'est-à-dire le muscle arythénoïdien).

» Le nerf laryngé supérieur proprement dit (j'excepte le rameau laryngé externe), est le nerf qui donne à la muqueuse laryngienne l'exquise sensibilité dont elle jouit, et il est impropre à faire contracter le muscle arythénoïdien.

» Dans plus de *vingt* expériences, les tons les plus aigus ont continué de se produire après la section des nerfs laryngés supérieurs.

» Voici quelques expériences que j'ai exécutées pour m'assurer de l'action des nerfs récurrents sur les mouvements de la glotte.

» Je divise la membrane thyro-hyoïdienne avec les deux nerfs laryngés supérieurs (chiens), et je renverse le larynx au-devant du cou de l'animal pour observer les mouvements de la glotte : celle-ci conserve tous ses mouvements; elle se dilate pendant l'inspiration, et se resserre pendant l'expiration. Si je pince fortement la queue de l'animal, les tons les plus aigus se font entendre, et la glotte se resserre alors très énergiquement par l'action du muscle arythénoïdien, dont la contraction n'est donc pas soumise aux laryngés supérieurs.

» Mais alors si, après avoir constaté les dimensions normales de la glotte pendant une inspiration, je coupe l'un des nerfs récurrents, cette ouverture diminue immédiatement de moitié; elle se ferme complétement ou à peu près, selon l'âge des animaux, après que la section des deux récurrents a été opérée. Puisque les deux laryngés supérieurs n'existent plus, on ne saurait donc les regarder comme les agents nerveux qui président à cette

(1) Excepté le crico-thyroïdien.

occlusion. Les phénomènes sont les mêmes quand on coupe seulement les deux récurrents, et qu'on laisse intacts les deux laryngés supérieurs. Mais dans la première expérience, ce qui frappe surtout l'observateur, c'est que pendant l'inspiration et l'expiration, les mouvements de la glotte se produisent dans un ordre inverse de celui dans lequel ils ont lieu à l'état normal; du reste, l'explication de ce fait physiologique nous paraît facile. En effet, le vide tend à se former, lors de l'inspiration, et de même qu'alors on voit, dans l'hémiplégie faciale, l'aile du nez s'appliquer à la cloison médiane, de même on doit voir aussi, dans l'inspiration, les deux lèvres de la glotte tendre à se rapprocher, tandis qu'elles s'écarteront nécessairement pour livrer passage à la colonne d'air expiré, quand le mouvement expiratoire aura lieu.

» Je n'entrerai point ici dans le détail des expériences que j'ai faites sur le nerf accessoire de Willis; elles sont consignées dans mon Mémoire. Je me permettrai seulement une remarque sur l'origine toute particulière et pour ainsi dire exceptionnelle de ce nerf, origine qui, comme on le sait, a beaucoup exercé la sagacité des anatomistes. Selon moi, ce nerf naît des faisceaux de la moelle cervicale *dans une étendue* de plusieurs pouces (et non de quelques lignes, comme les autres nerfs céphalo-rachidiens), parce qu'il a mission de présider à des mouvements sans lesquels la vie serait impossible, tels que ceux de la glotte, du pharynx, de l'œsophage, de l'estomac. En effet, s'il eût tiré son origine d'un point limité de l'axe cérébro-spinal, il eût suffi d'une lésion de ce point originel pour compromettre immédiatement l'existence de l'individu, tandis que, grâce à la disposition que nous venons de signaler, il faut, pour abolir l'action de ce nerf, une lésion beaucoup plus étendue. »

CHIRURGIE. — *Recherches sur quelques variétés du bégaiement et sur un nouveau procédé opératoire; par* M. **J.-E. Pétrequin**.

(Commission du bégaiement.)

« Le bégaiement, dit M. Pétrequin, peut tenir à des causes très différentes. Dans certains cas il est le résultat d'une affection cérébrale incurable, et par conséquent il n'est pas lui-même susceptible de traitement. Dans d'autres cas il tient principalement à un état de spasme des muscles extrinsèques du larynx et de l'appareil respiratoire, et, quoique certaines méthodes de traitement puissent alors être suivies de succès, en général

on retirera peu d'avantages de la ténotomie sublinguale. Souvent enfin le bégaiement tient à des causes qu'une opération chirurgicale peut faire disparaître; mais cette opération ne sera pas toujours la même, puisqu'elle devra être dirigée contre des conformations vicieuses de la langue différentes les unes des autres, quoique ayant toutes pour résultat d'embarrasser la parole.

» Des différents procédés auxquels il conviendra d'avoir recours suivant les variétés de bégaiement que l'on aura à combattre, je ne décrirai aujourd'hui que celui qui a rapport à la section des génio-glosses.

» *Disposition anatomique.* L'anatomie chirurgicale de cette région montre que c'est en avant, vers le maxillaire, que les génio-glosses sont le plus facilement et le plus complétement attaquables. On trouve successivement la pointe antérieure du filet, la muqueuse buccale, une couche variable de tissu cellulaire, et une gaîne spéciale dont je parlerai plus loin. Telle est l'*anatomie des plans.* Au-dessous, les génio-glosses, en convergeant vers les apophyses génies supérieures, sont d'abord séparés par une cloison celluleuse mince, finissent par dégénérer en tissu fibreux, et s'insèrent par leurs tendons réunis aux éminences précitées. Cette double expansion fibreuse est assez étroite. D'ailleurs la hauteur de la mâchoire elle-même est très variable suivant les individus, de même que la profondeur et la saillie des apophyses (on s'en assure par le mode d'exploration que j'indique ci-dessous). A partir de ce point, le muscle s'élargit en gagnant la langue, et il est bientôt recouvert par un appendice de la glande sublinguale dont je crois utile d'éviter la lésion. Les deux génio-glosses sont en outre enveloppés dans une gaîne cellulo-fibreuse qui les isole des organes voisins, s'insère autour de leur propre insertion, et les sépare des génio-hyoïdiens, dont l'implantation au maxillaire a lieu immédiatement au-dessous. Les artères sublinguales sont à distance.

» *Procédé opératoire.* Je fixe un bouchon entre les arcades dentaires du côté droit. J'explore ensuite la région buccale; avec le pouce gauche placé sous la base de la mâchoire je reconnais les apophyses génies inférieures, tandis que, avec l'indicateur de la même main introduit dans la bouche, je distingue les supérieures, et mesure ainsi entre mes deux doigts la distance et la forme des organes. C'est un point de ralliement fixe qui régularise l'opération, en l'empêchant de rester en-deçà ou d'aller au-delà, circonstance importante pour prévenir les accidents consécutifs, inflammatoires et hémorragiques.

» Cela fait, j'enfonce, à gauche, à 4 millimètres également du frein et du maxillaire, un bistouri à deux tranchants qui pénètre à la profondeur de 10 à 12 millimètres dans la gaîne propre des génio-glosses. J'engage aussitôt dans l'ouverture un crochet mousse particulier qui, par un mouvement de bascule, me sert à embrasser et à tendre l'un et l'autre muscle dont je coupe le tendon avec des ciseaux courbes sur le plat, en rasant la face postérieure de la mâchoire La section est instantanée; et le crochet dégagé (comme la canule dans la fistule à l'anus) témoigne que l'opération est complète: elle porte sur tout le génio-glosse, et ne porte que sur lui, sans pouvoir se fourvoyer; car on a un guide sûr dans le crochet mousse, dont l'introduction est rendue simple et facile par l'exploration indiquée.

» Je l'ai fait confectionner avec une double courbure: la première porte exclusivement sur la pointe de l'instrument qu'elle constitue en crochet avec un bec proportionné à la largeur des deux faisceaux moléculaires dans ce point; la deuxième porte sur la tige, de manière que, une fois en place, sa convexité regarde la cavité buccale, et que sa concavité favorise le jeu des ciseaux entre elle et le corps de l'os. Le but à remplir rend compte du moyen que j'ai employé.

» L'exécution du procédé est sûre et rapide; les apophyses génies supérieures se trouvent dénudées en quelques secondes; on évite l'extrémité des glandes sublinguales, on reste en dedans des artères du même nom; la division des génio-glosses, ne portant que sur leur expansion tendineuse, enlève jusqu'aux chances d'hémorragie provenant des artères nourricières du muscle; et j'ai eu si peu de sang, qu'il n'a pas été nécessaire de s'en occuper; je n'ai pas eu besoin de recourir au tamponnement. L'opération est peu douloureuse; et l'on peut à l'instant s'assurer qu'elle est entière et complète, en introduisant le doigt dans la plaie où les apophyses génies sont libres et dépouillées. »

CHIRURGIE. — *Nouveau procédé pour l'opération du strabisme; par* M. **Colson**, de Noyon.

(Commission du strabisme.)

M. **Rossignon** adresse une Note ayant pour titre : *Transformation de la cellulose en amidon et de l'amidon en cellulose.*

(Commissaires, MM. Thenard, Pelouze.)

M. **Gaubert** prie l'Académie de vouloir bien charger une Commission d'examiner une machine typographique de son invention. Cette machine, qu'il désigne sous le nom de *Chérotype*, doit servir à la fois à rendre la composition très rapide et à distribuer mécaniquement les caractères lorsque le tirage est terminé.

(Commissaires, MM. Arago, Coriolis, Gambey, Piobert et Séguier.)

M. **Fusz** soumet au jugement de l'Académie une nouvelle modification qu'il vient d'apporter à son système de *ressorts à doubles pincettes*.

(Commissaires, MM. Piobert, Séguier.)

M. **Papanti** adresse une Note écrite en italien sur un appareil qui est mis en mouvement par l'échauffement d'une portion de l'air contenu dans les cavités qu'il présente.

(Commissaires, MM. Gambey, Poncelet, Séguier.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet ampliation de l'Ordonnance royale qui confirme la nomination de M. **Despretz** à la place vacante, dans la section de Physique, par suite de la mort de M. *Savart*.

M. Despretz est invité à prendre place parmi les membres.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** demande s'il a été fait un Rapport sur la méthode de traitement proposée par M. Ducros pour la surdi-mutité; en supposant que ce rapport ait été déjà fait, M. le Ministre invite l'Académie à lui en donner communication, afin qu'il soit statué sur la demande faite par ce médecin de traiter, d'après la méthode indiquée, quelques élèves de l'Institution royale des sourds-muets de Paris.

La lettre de M. le Ministre est renvoyée à la Commission chargée de l'examen du Mémoire de M. Ducros.

PHYSIQUE. — *Application des propriétés des rayons continuateurs aux opérations de la photographie.* — Lettre de M. **Gaudin** à M. *Becquerel*.

« J'ai le plaisir de vous annoncer que la découverte de M. Edmond Becquerel, concernant l'action photographique des rayons rouges, si bien

prouvée déjà par le Rapport de M. Biot, s'applique parfaitement au procédé de M. Daguerre, comme vous pourrez en juger par les échantillons que je joins à ma lettre.

» M. Séguier avait déjà obtenu quelques résultats concluants; malheureusement il avait opéré à la lumière diffuse, comme je l'avais fait moi-même une fois sans succès; tandis qu'il faut faire arriver les rayons directs du soleil sur le verre pendant 10 minutes, plus ou moins, selon l'intensité présumée de l'épreuve que l'on veut continuer. MM. Buron et Lerebours avaient obtenu, avant que je fisse mes recherches, des résultats très remarquables avec le soleil direct; mais aujourd'hui je ne doute plus qu'à l'aide de l'illumination rouge nous ne puissions opérer instantanément, car je vous envoie déjà des nuages obtenus *par un grand vent, près le zénith, en une demi-seconde*. Ainsi désormais les épreuves photographiques vont présenter la vie et le mouvement qui leur manquaient.

» En garnissant les appareils à mercure de verres rouges, on pourra s'en servir en plein air. Je crois aussi que la faculté que l'on aura *d'observer l'action du verre rouge, et de l'activer en certains points au moyen d'un verre ardent,* permettront d'obtenir des épreuves plus complètes.

» Pour réussir avec le verre rouge, il faut préparer les plaques *avec un soin infini, l'insolation rouge mettant en évidence toutes les négligences* si funestes aux noirs et aux demi-teintes, d'autant plus encore que cette action semble donner des chairs noires irisées dont on n'aperçoit bien le modelé que sous un certain angle oblique, comme on s'en convaincra en observant la plupart de mes échantillons. »

ZOOLOGIE. — *Observation relative à la Tubulaire sultane.*

M. **Coste** adresse la note suivante, comme complément à sa précédente communication sur les Polypes fluviatiles.

« La *Tubulaire sultane* est un animal dont toute l'organisation est, en général, conforme à celle des Polypes à panache en forme de fer à cheval, mais qui semble en différer cependant par l'absence complète *des deux bras,* ou des deux branches du fer à cheval sur lesquels les tentacules de ces mêmes polypes sont implantés.

» En étudiant avec attention l'organisation de la *Tubulaire sultane,* j'ai observé une disposition anatomique particulière qui donne la preuve de l'existence, chez cet animal, de bras rudimentaires, et qui permet, par conséquent, d'en faire la *transition naturelle entre les polypes à panache en fer à cheval, et les polypes infundibuliformes.* »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Observations sur une fistule aérienne, avec occlusion complète de la partie inférieure du larynx, pour servir à l'histoire de la phonation; par* M. **Reynaud**, premier chirurgien en chef de la marine au port de Toulon.

Cette observation a été recueillie sur un forçat du bagne de Toulon nommé Leblanc, lequel, dans un moment de désespoir, s'était coupé la trachée-artère avec un instrument tranchant, et chez lequel la cicatrisation de la plaie fut suivie de l'obturation complète de la partie inférieure du larynx.

L'auteur donne l'historique des expériences qui furent faites en présence des professeurs de l'École de Médecine de Toulon, pour constater cette obturation.

« Toutes ces expériences, dit-il, ont le même résultat et nous confirment dans l'opinion qu'il n'existe plus aucune communication entre le larynx et la trachée-artère. Nous sommes dès-lors convaincus que la parole a lieu chez Leblanc sans l'intervention de l'air sorti des poumons, puisque ces organes n'ont plus aucune communication avec le larynx et la bouche. Cependant cet homme peut parler assez distinctement et de manière à être entendu à quelque distance. Il m'a fourni lui-même le détail de tous les évènements qui ont eu lieu depuis sa fuite jusqu'à son arrivée à Toulon, assis à côté de mon bureau, la bouche placée à environ quatre pieds de mon oreille droite. Souvent j'ai été obligé de lui faire répéter des mots pour les bien comprendre. Quelquefois il a éprouvé beaucoup de difficulté pour prononcer certaines syllabes, et alors il m'a transcrit le mot qu'il n'a pu me faire entendre.

» Leblanc peut prononcer assez distinctement les lettres B, C, D, F, G, H, I, J, K, P, Q, R, S, T, U, V, X, Y, Z.

» Il éprouve beaucoup de difficulté pour prononcer les lettres A, E, L, et surtout la lettre O; on voit alors qu'il est obligé de faire des efforts considérables.

» Il lui est impossible de prononcer les lettres M, N.

» Lorsqu'il veut parler, il ouvre la bouche, il abaisse le pharynx, et, après avoir rempli d'air le tuyau vocal, il élève brusquement le larynx et parle par secousses comme s'il crachottait, et en mettant toujours un peu d'intervalle entre la prononciation de chaque mot. La prononciation n'est point nette; cependant on l'entend assez distinctement. Les efforts qu'il est obligé de faire pour parler le fatiguent; il ne peut soutenir une longue conversa-

tion sans se reposer. Lorsqu'il parle longtemps sa face se colore, ce qui annonce que, pendant cet acte, la respiration est gênée.

» Leblanc peut siffler, mais il est obligé de faire de plus grands efforts que pour parler. Il ne peut point siffler longtemps, et il est obligé d'élever fortement le larynx.

» Il peut se moucher; pour opérer l'expulsion du mucus nasal, il remplit le tuyau vocal d'air, ferme la bouche, il élève le larynx, et fait sortir l'eau et les mucosités par les ouvertures antérieures des fosses nasales.

» Pour cracher, il ferme la bouche, élève brusquement le larynx, au même instant, ouvre légèrement la bouche pour donner issue à la salive.

» Lorsqu'il sent le besoin d'éternuer, il ferme la bouche, élève le larynx, et l'air, contenu dans le tuyau vocal, sort par les fosses nasales.

» Lorsqu'il veut se débarrasser des mucosités bronchiques, il retire le tuyau de plomb, et ce n'est qu'après plusieurs mouvements d'expiration qu'il vient à bout de les expulser.

» Leblanc peut parler, quoique avec plus de difficulté, quand les ouvertures antérieures des fosses nasales sont fermées.

» Nous avons ensuite examiné la cloison qui obture complétement le larynx au-dessous du cartilage thyroïde : elle est oblique de haut en bas, et d'arrière en avant. Elle nous a paru formée, dans ses deux tiers antérieurs, par les téguments, et dans son tiers postérieur par la face antérieure du pharynx, qui est venu, pour ainsi dire, à la rencontre de ces derniers. L'ouverture fistuleuse a environ de 8 à 9 lignes de diamètre.

» La pièce pathologique a été disséquée par MM. les membres de la Commission, conjointement avec mon collègue M. Laurent, second chirurgien en chef de la marine à Cherbourg, et ces messieurs ont reconnu l'occlusion complète du larynx.

» Maintenant le point principal est de savoir comment Leblanc jouissait de la faculté de parler, malgré l'occlusion complète de l'ouverture inférieure du larynx. Est-ce par le courant d'air établi entre les fosses nasales, le pharynx et la bouche? Le larynx, dont les cordes vocales et les ventricules sont intacts, coopérait-il à l'articulation des sons? Si j'avais à émettre une opinion, j'adopterais de préférence la première; mais je me borne à exposer ce que j'ai observé. Je pense que les physiologistes qui s'occupent spécialement de la phonation, y trouveront des matériaux qui pourront leur faire apporter des modifications importantes à la théorie de cette fonction. »

M. **Laurent**, en adressant à l'Académie le Mémoire de M. *Reynaud*, ajoute ce qui suit :

« L'homme atteint de cette fistule aérienne avait passé des salles de M. Reynaud dans mon service chirurgical, où il est mort après six mois de séjour. Je puis affirmer que cet homme ne respirait que par la fistule aérienne, et ne parlait qu'au moyen de l'air introduit dans les cavités buccale et nasale.

» Dès que le cas de possibilité de la parole sans voix laryngée avait été connu dans l'École de Médecine de Toulon, M. Reynaud s'était attaché à bien démontrer devant tous les professeurs réunis la non-communication de la bouche et du larynx avec la trachée-artère. »

M. **Pionnier** demande l'autorisation de reprendre un paquet cacheté qu'il avait déposé en date du 11 novembre 1839, et qui portait pour suscription : « Moyen destiné à empêcher les navires de sombrer sous voile et de se briser contre les rochers. »

L'autorisation demandée est accordée.

M. **Pétrequin** adresse un paquet cacheté; l'Académie en accepte le dépôt.

Le défaut de temps oblige à renvoyer la lecture de la correspondance du 10 mai à la séance suivante.

La séance est levée à 5 heures. F.

ERRATUM. (Séance du 5 mai 1841.)

Page 795, ligne 5, *au lieu de* 13 septembre, *lisez* 13 novembre.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 18, in-4°.

Historique de la fabrication des Tam-Tams et des Cymbales en France; par M. D'ARCET. (Extr. du *Recueil de la Société polytechnique,* avril 1841.) In-8°.

Suite des Mémoires et Observations de Physique et d'Histoire naturelle; par M. le baron D'HOMBRES-FIRMAS; in-8°.

Voyage dans l'Inde, par M. V. JACQUEMONT, *pendant les années* 1828-1832; livraisons 31 et 32, in-4°.

Traité pratique sur les maladies des Organes génito-urinaires ; par M. CIVIALE; 2e partie, 1 vol. in-8°.

OEuvres complètes de John Hunter, *traduites de l'anglais par* M. RICHELOT; 13 liv. in-8°, et atlas in-fol.

Recherches sur le Système nerveux; par M. LONGET; 1841, in-8°.

Mémoires de la Société royale des Sciences, Lettres et Arts de Nancy; 1839, in-8°.

Métrologie française, ou Manuel théorique et pratique du Système métrique; par M. J.-B. SOUQUET; Toulouse, 1840, in-8°.

Précis sur les causes du Bégaiement et sur les moyens de le guérir; par M. MALLEBOUCHE; in-8°.

Problème social résolu mathématiquement; par M. DANRÉ DE COYOLLES; 1840, in-8°.

Mécanisme pour faire remonter des rivières à des mobiles avec la seule force de projection de l'eau de ces rivières; par M. LAURENT; Nancy, in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; tome VI, nos 13 et 14; in-8°.

Traité de Pathologie iatrique ou médicale et de Médecine piatrique; par M. PIORRY; 5e livraison, in-8°.

Revue zoologique; par la Société cuviérienne; n° 4, in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; mai 1841, in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; avril 1841, in-8°.

Appendice à la brochure intitulée : Système complétement neuf de classification du Règne animal; *par* M. CH. DE PERRON; demi-feuille in-8°.

Bruchstücke... *Fragments d'une Faune de Barbarie, avec des considérations particulières sur la diffusion géographique des animaux, d'après les matériaux recueillis dans la régence d'Alger; par* M. MORITZ-WAGNER (formant le tome III^e du voyage). Leipsig, 1841, in-8°, avec atlas in-4°. (M. Isidore Geoffroy est chargé de rendre un compte verbal de cet ouvrage.)

Gazette médicale de Paris; tome IX, n° 19, in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n^os 56 et 57.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 201, in-8°.

La France industrielle; jeudi 6 mai 1841.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — AVRIL 1841.

Jours du mois.	9 HEURES DU MATIN. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	MIDI. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	THERMOMÈTRE. Maxim.	Minim.	ÉTAT du ciel à midi.	VENTS à midi.
1	750,00	+ 6,2		749,76	+ 9,2		749,53	+10,2		750,77	+ 7,5		+10,3	+ 5,0	Quelques éclaircies	O.
2	746,80	+ 9,2		747,18	+11,0		748,55	+11,3		751,28	+ 7,3		+11,8	+ 6,5	Couvert	N. O.
3	751,05	+ 8,0		749,40	+11,6		746,79	+11,4		746,47	+ 8,4		+12,7	+ 1,9	Quelques éclaircies	S.
4	749,86	+ 8,6		749,61	+11,4		748,71	+11,4		747,36	+ 7,4		+13,5	+ 5,0	Quelques nuages	O. N. O.
5	743,94	+ 6,9		743,68	+ 9,2		743,14	+ 9,0		744,08	+ 6,8		+11,1	+ 5,0	Couvert	S. E.
6	747,29	+ 7,3		747,42	+11,4		747,60	+12,1		750,05	+ 7,4		+12,3	+ 2,7	Très nuageux	N. N. E.
7	751,43	+ 3,7		751,76	+ 5,6		751,04	+10,4		751,86	+ 6,6		+10,9	+ 1,4	Couvert	N.
8	752,84	+ 6,4		753,17	+ 8,6		752,94	+10,5		754,28	+ 6,5		+10,8	+ 1,9	Pluie	S. O.
9	755,04	+ 8,2		754,99	+ 9,1		754,21	+ 9,8		754,48	+ 3,3		+10,0	+ 4,5	Couvert	O.
10	754,02	+ 6,9		757,34	+ 8,4		756,77	+ 8,8		756,40	+ 7,2		+ 9,9	+ 3,0	Couvert	N.
11	753,97	+ 7,0		753,11	+ 7,9		752,57	+ 7,5		752,67	+ 4,2		+ 8,3	+ 4,0	Couvert	N. E.
12	752,35	+ 4,9		752,63	+ 4,6		752,90	+ 5,3		755,48	+ 3,2		+ 6,8	+ 2,2	Neige fine	N. O.
13	759,61	+ 3,1		760,91	+ 7,3		761,25	+ 9,2		762,38	+ 7,1		+10,0	+ 0,8	Très nuageux	N. O.
14	762,84	+ 8,0		762,34	+ 8,8		762,15	+ 9,9		759,91	+ 8,4		+10,1	+ 5,1	Pluie	S. O.
15	755,15	+ 9,5		753,91	+ 7,2		753,04	+ 8,2		752,84	+ 6,2		+10,0	+ 6,8	Pluie	S. O.
16	751,22	+10,3		750,60	+ 8,8		750,10	+10,3		750,74	+ 6,7		+11,6	+ 1,8	Pluie par moments	O. S. O.
17	754,03	+ 8,7		753,71	+12,0		754,17	+12,2		756,75	+ 7,9		+12,7	+ 2,5	Nuageux	N.
18	759,64	+ 9,8		759,01	+14,0		758,51	+14,8		758,50	+11,7		+15,9	+ 2,4	Vaporeux	O.
19	756,16	+10,5		754,72	+12,4		755,24	+12,5		756,46	+ 7,0		+14,1	+ 7,8	Couvert	O.
20	752,81	+ 8,7		751,11	+11,6		749,11	+12,6		747,51	+10,1		+13,1	+ 2,3	Couvert	S. O.
21	746,73	+ 7,8		746,61	+10,0		746,90	+ 9,8		747,69	+ 9,3		+10,0	+ 6,2	Pluie	E. N. E.
22	748,08	+12,2		747,29	+16,8		746,69	+17,4		746,59	+12,5		+19,2	+ 8,2	Couvert	N. E.
23	748,00	+14,3		747,75	+16,8		746,84	+17,2		750,35	+11,4		+18,2	+ 6,7	Beau	S. S. O.
24	751,87	+11,0		751,48	+16,5		751,87	+18,1		751,13	+11,6		+18,8	+ 7,0	Très nuageux	S. S. O.
25	753,17	+15,2		754,00	+17,4		755,14	+18,0		757,12	+14,8		+19,0	+ 9,2	Nuageux	S. O.
26	762,53	+18,4		762,06	+21,6		761,49	+21,7		761,06	+16,0		+22,9	+11,5	Nuageux	S.
27	759,98	+19,6		759,44	+23,1		758,80	+24,9		758,74	+21,4		+26,1	+11,5	Beau	S.
28	759,17	+22,2		758,24	+25,4		757,30	+26,2		757,65	+21,5		+28,2	+13,1	Beau	S. E.
29	758,33	+22,8		757,67	+27,2		756,94	+28,4		761,12	+21,6		+29,2	+13,0	Beau	N. O.
30	757,75	+17,1		756,77	+21,6		756,66	+26,4		757,69	+18,9		+27,0	+15,2	Beau	N. N. E.
1	750,23	+ 6,1		750,43	+ 9,6		749,93	+10,5		750,70	+ 6,8		+11,3	+ 3,7	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.
2	755,78	+ 8,0		755,20	+ 9,5		754,90	+10,3		755,32	+ 7,3		+11,3	+ 4,2	... Moy. du 11 au 20	Cour. 3,928
3	754,56	+16,1		754,13	+19,6		753,86	+20,8		754,91	+15,9		+21,9	+10,2	... Moy. du 21 au 30	Terr.. 3,395
	753,52	+10,1		753,26	+12,9		752,90	+13,9		753,65	+10,0		+14,8	+ 6,0	.... Moyennes du mois....	+10,4

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 MAI 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« M. **Biot** continue la lecture de son travail sur la polarisation lamellaire. Il expose les expériences qu'il a faites pour en agrandir les effets, en les observant dans leurs conditions les plus favorables. Il achève d'en faire connaître les lois physiques, qu'il établit par des mesures faites avec des appareils divisés; et il terminera dans la séance prochaine par l'application de ces principes à diverses questions de cristallographie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur des formules générales qui se déduisent du calcul des résidus et qui paraissent devoir concourir notablement aux progrès de l'analyse infinitésimale; par* M. **Augustin Cauchy**.

« Les géomètres n'ont pas seulement accueilli avec bienveillance le nouveau calcul auquel j'ai donné le nom de *calcul des résidus;* ils ont fait plus encore : ils ont ajouté de nouvelles applications de ce calcul à celles que j'avais présentées moi-même soit dans les *Exercices de Mathématiques,* soit dans un Mémoire publié en février 1827; et ces diverses

applications ont constaté de plus en plus l'utilité du calcul dont il s'agit. Parmi les travaux relatifs à cet objet, on peut citer ceux de MM. Ostrogradski et Bouniakowski, de l'Académie de Saint-Pétersbourg, et ceux de M. Tortolini, professeur au collége Romain qui, dans un Traité sur le calcul des résidus, a exposé, entre autres résultats dignes de remarque, l'application du nouveau calcul à l'intégration des équations aux différences finies. On peut citer encore un Mémoire où M. Richelot a démontré diverses propriétés des transcendantes elliptiques, ou même des transcendantes représentées par certaines intégrales dont les dérivées renferment des radicaux de degré quelconque, et où l'auteur, employant avec succès les notations du calcul des résidus, a établi des formules propres à fournir la solution de quelques problèmes analogues aux questions précédemment traitées par Abel et par M. Jacobi. Toutefois ce que les géomètres apprendront sans doute avec quelque intérêt, c'est que les formules si simples, si élégantes, données par M. Richelot, sont elles-mêmes comprises, comme cas particulier, dans des formules générales qui paraissent devoir puissamment contribuer aux progrès de l'analyse. Entrons à ce sujet dans quelques détails.

» J'ai donné, dans les *Exercices de Mathématiques*, une formule qui convertit une fonction rationnelle quelconque d'une variable x, et même, sous certaine condition, une fonction transcendante en une somme formée par l'addition d'un résidu intégral et d'un résidu partiel relatif à une valeur nulle de la variable auxiliaire. Or, le second membre de cette formule peut s'intégrer par logarithmes, et cette intégration fournit immédiatement la valeur générale de toute intégrale dont la dérivée est une fonction rationnelle ou une fonction transcendante pour laquelle se vérifie la condition indiquée. Elle fournit, par suite, l'intégrale de toute fonction différentielle qui peut être rendue rationnelle à l'aide d'une substitution quelconque, par exemple, les intégrales dont les dérivées renferment un trinome du second degré sous un radical du second degré, ou deux binomes linéaires sous deux radicaux du second degré.

» Au reste, la formule générale d'intégration qui s'obtient comme on vient de le dire, n'est elle-même qu'un cas particulier d'autres formules beaucoup plus générales encore, qui servent à déterminer une multitude d'intégrales définies ou indéfinies, ou à les transformer les unes dans les autres, ou à établir entre elles certaines relations. Les beaux théorèmes d'Abel, relatifs à la théorie des transcendantes elliptiques, et des transcendantes dont les dérivées renferment des racines d'équations algébriques,

ne sont eux-mêmes que des cas particuliers des théorèmes généraux auxquels je suis parvenu. Pour donner une idée de ces derniers, considérons une intégrale relative à la variable x. Si l'on établit entre cette variable x et une autre variable t une relation exprimée par une équation algébrique ou transcendante, on pourra transformer l'intégrale relative à x en une intégrale relative à t, et considérer, en conséquence, l'intégrale donnée non plus comme une fonction de x, mais comme une fonction de t. Or la fonction de t dont il s'agit pourra prendre diverses formes si l'équation algébrique ou transcendante, étant résolue par rapport à x, fournit diverses valeurs de x. Alors, en adoptant successivement ces diverses valeurs de x, et supposant l'intégrale relative à t prise, dans tous les cas, entre les mêmes limites, on verra cette intégrale acquérir successivement diverses valeurs dont la somme s aura pour dérivée un résidu intégral relatif à la variable x, considérée comme racine de l'équation algébrique ou transcendante. D'ailleurs il suffira d'appliquer à ce résidu intégral l'opération qui, dans le calcul des résidus, est analogue à l'intégration par parties, pour que la somme s se décompose immédiatement en deux termes dont les valeurs pourront se calculer facilement, dans un grand nombre de cas, et s'exprimer soit à l'aide de fonctions algébriques ou logarithmiques, soit même à l'aide de fonctions transcendantes. De ces deux termes l'un aura pour dérivée un résidu intégral relatif à toutes les valeurs de x qui pourront rendre infinie la fonction placée après le signe $\mathcal{E}$. Par conséquent ce résidu intégral se réduira souvent à zéro, ou à une constante, ou du moins à un résidu partiel relatif à une valeur nulle de la variable auxiliaire. Quant à la dérivée de l'autre terme, elle sera représentée par un résidu intégral relatif, non plus aux racines de l'équation algébrique ou transcendante, mais aux valeurs de x qui rendront infinie la dérivée du premier membre de cette équation, ou la fonction placée sous le signe $\int$, dans l'intégrale donnée relative à la variable x.

» Lorsque l'équation donnée entre x et t a pour premier membre une fonction rationnelle et entière de ces variables, lorsque d'ailleurs la fonction placée sous le signe $\int$ dans l'intégrale relative à x est algébrique, la décomposition de la somme s en deux parties, et la détermination de chacune d'elles, peuvent se déduire des propriétés des fractions rationnelles, jointes aux formules qui servent à calculer les fonctions symétriques des racines d'une équation. Alors la méthode ci-dessus indiquée se réduit, comme on devait s'y attendre, à celle qu'Abel a employée, par conséquent à celle qu'ont

suivie, à l'exemple d'Abel, M. Broch, M. Richelot et d'autres auteurs, soit dans le Journal de M. Crelle, soit dans un Mémoire récemment approuvé par l'Académie. Mais les formules générales auxquelles je parviens ne supposent point que les fonctions dont il s'agit ici restent rationnelles ou algébriques. Elles sont applicables, sous les conditions indiquées par le calcul des résidus, au cas où ces fonctions deviennent transcendantes; et elles fournissent alors la valeur de la somme s, ou développée en série, ou même très souvent exprimée sous forme finie.

» Au reste, il était naturel de rechercher si des formules analogues à celles que présente la théorie des fonctions elliptiques ne s'appliqueraient pas à d'autres espèces de fonctions. C'est, après la lecture du Mémoire de M. Broch, que la pensée d'appliquer à cette recherche le calcul des résidus m'est venue à l'esprit, comme je l'ai dit à cet auteur au moment où il me disait lui-même qu'il se proposait de montrer comment on pouvait appliquer les méthodes employées par lui, et surtout, je crois, la méthode exposée dans la seconde partie de son Mémoire, à la réduction des intégrales qui renferment des exponentielles, et spécialement à la réduction des intégrales eulériennes. Dans de semblables recherches, le calcul des résidus est très utile. En effet, les principes de ce calcul, tels que je les ai posés dans les *Exercices de Mathématiques*, montrent clairement l'origine et la nature des diverses modifications que les formules doivent subir suivant la nature des fonctions sur lesquelles on opère, et ils font connaître aussi les conditions sous lesquelles subsiste chaque formule. J'ajouterai encore que, dans le cas où la somme ci-dessus désignée par s, et composée d'intégrales relatives à t, se réduit à la somme de quelques-unes de ces intégrales, le calcul des résidus fournit le moyen, sinon de la déterminer, au moins de la transformer. J'ajouterai enfin que des formules, déduites du même calcul, s'appliquent à la détermination d'intégrales dont les dérivées renfermeraient une ou plusieurs fonctions implicites de la variable principale.

» Je me bornerai aujourd'hui à joindre à cette exposition quelques-unes des formules générales que j'ai annoncées. Dans d'autres articles, je développerai ces mêmes formules et je présenterai une partie de leurs nombreuses applications.

ANALYSE.

» Soit $\mathrm{f}(x)$ une fonction de la variable x. Si le résidu partiel de

$$\frac{1}{z^2}\mathrm{f}(z),$$

relatif à une valeur nulle de r, se réduit à une constante déterminée, on aura

$$\mathrm{f}(x) = \mathcal{E}\frac{((\mathrm{f}(z)))}{x-z} + \mathcal{E}\frac{\mathrm{f}\left(\frac{1}{z}\right)}{((z^2))(1-zx)},$$

et par suite, en nommant ξ une valeur particulière de x,

$$(1) \qquad \int_\xi^x \mathrm{f}(x)\,dx = \mathcal{E}((\mathrm{f}(z)))\,\mathrm{l}\,\frac{x-z}{\xi-z} + \mathcal{E}\frac{\mathrm{f}\left(\frac{1}{z}\right)}{((z^2))}\,\mathrm{l}\,\frac{1-xz}{1-\xi z}.$$

L'équation (1) fournit immédiatement les intégrales des fonctions rationnelles, et même des fonctions transcendantes pour lesquelles se vérifie la condition indiquée. Elle fournit, par suite, les intégrales des fonctions différentielles qui peuvent être rendues rationnelles à l'aide d'une substitution quelconque.

» Concevons maintenant que l'on transforme l'intégrale

$$\int_\xi^x \mathrm{f}(x)dx,$$

en substituant à la variable x une autre variable t, liée à x par une équation algébrique ou transcendante

$$(2) \qquad \mathrm{F}(x, t) = 0;$$

et nommons τ, ξ deux valeurs particulières correspondantes de t et de x. Si l'on pose, pour abréger,

$$\mathrm{D}_x\mathrm{F}(x, t) = \Phi(x, t), \quad \mathrm{D}_t\mathrm{F}(x, t) = \Psi(x, t),$$

on trouvera

$$dx = -\frac{\Psi(x, t)}{\Phi(x, t)}\,dt,$$

et par suite

$$(3) \qquad \int_\xi^x \mathrm{f}(x)dx = -\int_\tau^t \mathrm{f}(x)\frac{\Psi(x, t)}{\Phi(x, t)}\,dt,$$

pourvu que, dans le second membre de la formule (3), on considère x comme une fonction de t déterminée par l'équation (2), et que chacune

des deux variables x, t demeure fonction continue de l'autre, entre les limites de l'intégration. Dailleurs cette dernière condition sera remplie, si la variable x est toujours croissante ou toujours décroissante, tandis que la variable t croît sans cesse à partir de $t = \tau$.

» De même, en désignant par $\mathrm{f}(x, t)$ une fonction des deux variables x, t, on établira la formule

$$(4) \qquad \int_{\xi}^{x} \mathrm{f}(x, t)\, dx = -\int_{\tau}^{t} \mathrm{f}(x, t) \frac{\Psi(x, t)}{\Phi(x, t)} dt,$$

t devant être considéré comme fonction de x dans le premier membre, et x comme fonction de t dans le second.

» Concevons maintenant que l'équation (1), résolue par rapport à x, fournisse diverses racines

$$x = x_1, \quad x = x_2, \ldots$$

représentées par diverses fonctions de t, qui se réduisent aux quantités

$$\xi = \xi_1, \quad \xi = \xi_2, \ldots,$$

dans le cas particulier où l'on suppose $t = \tau$. Aux diverses valeurs de x considéré comme fonction de t, et de ξ considéré comme fonction de τ, correspondront diverses valeurs de l'intégrale

$$\int_{\xi}^{x} \mathrm{f}(x, t)\, dt,$$

et, en nommant s la somme de ces valeurs, c'est-à-dire en posant, pour abréger,

$$(5) \qquad s = \int_{\xi_1}^{x_1} \mathrm{f}(x, t)\, dt + \int_{\xi_2}^{x_2} \mathrm{f}(x, t)\, dt + \ldots,$$

on tirera de l'équation (4)

$$s = -\int_{\tau}^{t} \frac{\Psi(x_1, t)\, \mathrm{f}(x_1, t)}{\Phi(x_1, t)}\, dt - \int_{\tau}^{t} \frac{\Psi(x_2, t)\, \mathrm{f}(x_2, t)}{\Phi(x_2, t)}\, dt - \ldots,$$

ou, ce qui revient au même,

$$s = -\int_{\tau}^{t} \mathcal{E} \frac{\Psi(x, t)\, \mathrm{f}(x, t)}{((\mathrm{F}(x, t)))}\, dt,$$

le signe $\mathcal{E}$ du calcul des résidus étant relatif à la variable x.

» D'autre part, on aura généralement

$$\mathcal{E}\frac{\varpi(x,t)\,f(x,t)}{((F(x,t)))}=\mathcal{E}\left(\left(\frac{\varpi(x,t)\,f(x,t)}{F(x,t)}\right)\right)-\mathcal{E}\frac{((\varpi(x,t)\,f(x,t)))}{F(x,t)}.$$

On trouvera donc encore

$$(6)\qquad s=\int_\tau^t \mathcal{E}\frac{((\varpi(x,t)\,f(x,t)))}{F(x,t)}\,dt-\int_\tau^t \mathcal{E}\left(\left(\frac{\varpi(x,t)\,f(x,t)}{F(x,t)}\right)\right)dt.$$

» Si, dans la somme s, on fait entrer seulement les intégrales correspondantes à celles des racines

$$x_1,\ x_2,\ldots$$

qui vérifient certaines conditions, par exemple à celles dans lesquelles les parties réelles et les coefficients de $\sqrt{-1}$ offrent des valeurs comprises entre certaines limites, on devra, dans le second membre de la formule (6), étendre la sommation, que suppose en général l'opération indiquée par le signe $\mathcal{E}$, aux seules valeurs de x qui vérifieront ces mêmes conditions. D'ailleurs les limites

$$\tau,\ t,$$

de l'intégration relative à la variable t, devront toujours être telles, qu'entre ces limites, chacune des valeurs de x reste fonction continue de t, t lui-même étant fonction continue de x; et il en sera toujours ainsi dès que les deux limites τ, t de l'intégration relative à t se trouveront suffisamment rapprochées l'une de l'autre, la première étant choisie arbitrairement.

» On peut, à l'aide de divers théorèmes établis dans les *Exercices de Mathématiques*, faire subir diverses transformations au second membre de la formule (6). Ainsi, en particulier, le résidu intégral que renferme le dernier terme de ce second membre peut toujours être transformé en intégrales définies.

Ainsi encore, lorsque le résidu partiel de la fonction

$$\frac{\varpi\left(\frac{1}{z},t\right)f\left(\frac{1}{z},t\right)}{F\left(\frac{1}{z},t\right)},$$

relatif à une valeur nulle de z, se réduit à une constante déterminée, on a

$$\mathcal{E}\left(\left(\frac{\psi(x,t)\,\mathrm{f}(x,t)}{\mathrm{F}(x,t)}\right)\right) = \mathcal{E}\frac{\psi\left(\frac{1}{z},t\right)\mathrm{f}\left(\frac{1}{z},t\right)}{((z^2))\,\mathrm{F}\left(\frac{1}{z},t\right)};$$

et par suite la formule (6) donne

$$(7)\qquad s = \int_\tau^t \mathcal{E}\frac{((\psi(z,t)\,\mathrm{f}(z,t)))}{\mathrm{F}(z,t)}\,dt - \int_\tau^t \mathcal{E}\frac{\psi\left(\frac{1}{z},t\right)\mathrm{f}\left(\frac{1}{z},t\right)}{((z^2))\,\mathrm{F}\left(\frac{1}{z},t\right)}\,dt,$$

le signe $\mathcal{E}$ étant relatif, dans chaque terme, à la variable auxiliaire z.

» Si la fonction

$$\frac{\psi(z,t)}{\mathrm{F}(z,t)}$$

ne devient jamais infinie, la formule (7) donnera simplement

$$(8)\qquad s = \int_\tau^t \mathcal{E}\frac{\psi(z,t)\,((\mathrm{f}(z,t)))}{\mathrm{F}(z,t)}\,dt - \int_\tau^t \mathcal{E}\frac{\psi\left(\frac{1}{z},t\right)\mathrm{f}\left(\frac{1}{z},t\right)}{((z^2))\,\mathrm{F}\left(\frac{1}{z},t\right)}\,dt.$$

» Si $\mathrm{f}(x,t)$ se réduit à une fonction $\mathrm{f}(x)$ de la seule variable x, les formules (5) et (8) entraîneront la suivante :

$$(9)\left\{\begin{aligned} \int_{\xi_1}^{x_1}\mathrm{f}(x)\,dx + \int_{\xi_2}^{x_2}\mathrm{f}(x)\,dx + \ldots = {} & \mathcal{E}\,((\mathrm{f}(z)))\,\mathrm{l}\frac{\mathrm{F}(z,t)}{\mathrm{F}(z,\tau)} \\ & - \mathcal{E}\frac{\mathrm{F}\left(\frac{1}{z}\right)}{((z^2))}\,\mathrm{l}\frac{\mathrm{F}\left(\frac{1}{z},t\right)}{\mathrm{F}\left(\frac{1}{z},\tau\right)}. \end{aligned}\right.$$

Il suffirait d'ailleurs de prendre

$$\mathrm{F}(x,t) = x - t$$

pour réduire la formule (9) à l'équation (1).

» Si l'on pose

$$\mathrm{f}(x,t) = \mathrm{f}(x)\,f(t),$$

les lettres caractéristiques f et f indiquant des fonctions de formes diverses, l'équation (8) donnera

$$(10)\qquad s = \mathcal{E}((\mathrm{f}(z)))\int_{\tau}^{t}\frac{\Psi(z,t)}{\mathrm{F}(z,t)}f(t)\,dt - \mathcal{E}\frac{\mathrm{f}\left(\frac{1}{z}\right)}{((z^2))}\int_{\tau}^{t}\frac{\Psi\left(\frac{1}{z},t\right)}{\mathrm{F}\left(\frac{1}{z},t\right)}f(t)\,dt.$$

» On peut faire des formules (6), (7), (8), (9), (10), comme nous le montrerons dans de prochains articles, de nombreuses et importantes applications. Un cas digne de remarque est celui où l'on a

$$x_1 = \xi_2,\quad x_2 = \xi_3,\ldots$$

Observons aussi que, dans le cas où l'équation

$$\mathrm{f}(x, t) = 0$$

admet une infinité de racines, la formule (8) ou (10) sert à développer la somme s en série. Pareillement, lorsque l'équation

$$\mathrm{f}(x) = 0$$

admet une infinité de racines, la formule (1) ou (9) sert à développer en série l'intégrale

$$\int_{\xi}^{x}\mathrm{f}(x)\,dx,$$

ou la somme s. Ainsi, par exemple, si l'on pose

$$\mathrm{f}(x) = \cot x,$$

alors, en vertu d'un théorème établi dans les *Exercices de Mathématiques* (Ier vol., page 112), on verra, dans la formule (1), disparaître le dernier terme du second membre; on trouvera donc

$$\int_{\xi}^{x}\cot x\,dx = \Sigma\,\mathrm{l}\,\frac{n\pi - x}{n\pi - \xi},$$

la sommation que le signe Σ indique s'étendant à toutes les valeurs entières positives, nulle, ou négatives de n; et, comme on aura d'ailleurs

$$\int_{\xi}^{x}\cot x\,dx = \mathrm{l}\,\frac{\sin x}{\sin \xi},$$

on se verra immédiatement ramené à la formule connue

$$\mathrm{l}\,\frac{\sin x}{\sin \xi} = \Sigma\,\mathrm{l}\,\frac{n\pi - x}{n\pi - \xi},\quad\text{ou}\quad \frac{\sin x}{\sin \xi} = \frac{x}{\xi}\,\frac{x^2 - \pi^2}{\xi^2 - \pi^2}\,\frac{x^2 - 4\pi^2}{\xi^2 - 4\pi^2}\cdot\frac{x^2 - 9\pi^2}{\xi^2 - 9\pi^2}\cdots\text{»}$$

RAPPORTS.

CHIRURGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Colson *ayant pour titre :* Extirpation de la glande sous-maxillaire.

(Commissaires, MM. Breschet, Larrey rapporteur.)

« Dans sa séance du 15 mars dernier l'Académie nous a chargés, M. Breschet et moi, de lui rendre compte d'une observation que M. le docteur Colson, chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Noyon, membre correspondant de l'Académie royale de Médecine, lui a adressée, ayant pour objet l'extirpation de l'une des glandes sous-maxillaires.

» Cette observation est précédée de réflexions judicieuses sur la difficulté d'extirper cette glande salivaire et sur l'erreur où plusieurs chirurgiens recommandables sont tombés en extirpant des tumeurs formées par des ganglions lymphatiques situés au pourtour de cette glande, croyant l'avoir extirpée elle-même; sans doute qu'en réfléchissant attentivement aux rapports anatomiques de cet organe sécréteur de la salive, on conçoit aisément que l'extirpation en est très difficile, du moins sans être exposé en la pratiquant à des accidents plus ou moins graves. La nature en effet a placé cette glande, pour la soustraire autant que possible à l'action des causes vulnérantes extérieures, immédiatement sur la surface interne des branches de la mâchoire inférieure, entre les principaux muscles extrinsèques de la langue, du larynx, de plusieurs nerfs, vaisseaux artériels et veineux destinés aux fonctions et à la nutrition de ces organes; or, pour arriver à ce corps glanduleux si profondément caché et entouré par autant de parties essentielles, on ne peut se dispenser de léser quelques-unes de ces parties pour arriver à cet organe secréteur, l'isoler et le détacher de la mâchoire.

» Il faut convenir cependant que cette opération n'est pas impraticable pour un chirurgien anatomiste un peu exercé à la pratique des opérations, ainsi que M. Colson paraît nous l'avoir prouvé par son observation dont le sujet est un homme sexagénaire, nommé Nicolas Lallouette, cultivateur, qui portait depuis longues années un ulcère cancéreux à la lèvre inférieure et une tumeur dure, volumineuse, sous la mâchoire du côté droit, faisant saillie dans la bouche en soulevant la langue du côté opposé.

» M. Colson procéda d'abord à l'excision de toute la partie cancéreuse

de la lèvre, ce qui produisit une perte de substance considérable : pour en réunir les bords facilement et prévenir une trop grande difformité, ce médecin eut la juste idée de détacher de la surface des mâchoires les adhérences membraneuses des parois de la bouche, afin de fournir aux bords de la large plaie qui était résultée de l'extirpation du cancer, l'extensibilité nécessaire à leur réunion; mais avant de pratiquer la suture qui devait la produire, il crut avec raison devoir extirper la tumeur sous-maxillaire qu'il croyait être formée par des ganglions lymphatiques dont la portion correspondant à la bouche s'était déjà mise à découvert par la dissection qu'on avait faite aux points adhérents de ses parois; une longue excision pratiquée en T sous le bord externe de la mâchoire, depuis l'angle droit du menton jusqu'à son angle externe près du bord antérieur du muscle sterno-mastoïdien, dénuda entièrement toute la portion inférieure de ce corps glanduleux, et, après une dissection suivie et attentive, le chirurgien parvint très profondément sous la mâchoire, à isoler cette tumeur; mais ce ne fut pas sans peine qu'il put l'extirper en entier : il fut obligé de déprimer fortement cette masse squirrheuse de l'intérieur de la bouche vers la base de la mâchoire, et enfin l'extirpation en fut complète; mais elle eut pour résultat la section de plusieurs artères assez grosses de la veine jugulaire externe et de plusieurs nerfs correspondants.

» La ligature et la torsion furent pratiquées sur l'orifice des vaisseaux ouverts et la plaie fut abstergée; elle laissait une excavation considérable sous la mâchoire, dont la face interne était entièrement dénudée. L'exploration de cette cavité a prouvé à M. Colson qu'il n'existait plus sous cet os aucun corps glanduleux; ce fait, les circonstances qui ont accompagné l'opération et la nature de la tumeur extirpée examinée avec soin, ont convaincu ce médecin, et à sa grande surprise, qu'il avait réellement extirpé la glande salivaire, dont il lui fut facile ensuite d'apprécier et de faire apprécier la structure à son confrère M. Boulogne qui l'avait assisté dans l'opération. En effet ce corps de forme ovoïde, glanduleux, lobulé à l'extérieur, lardacé, de couleur jaunâtre dans son épaisseur et recouvert d'un tissu cellulo-fibreux très dense, espèce de coque, confirme certainement l'assertion de ce chirurgien. Nous regrettons néanmoins, pour établir une entière conviction dans l'esprit de tous les médecins, que M. Colson n'ait pas fait accompagner son Mémoire de cette pièce pathologique.

» Enfin, après avoir terminé heureusement cette opération difficile et laborieuse, le médecin procéda à la réunion de la plaie de la lèvre par la suture entortillée, et à celle du cou, sous la mâchoire, par le rapproche-

ment de ses bords et un pansement simple. Le malade fut soumis au régime indiqué dans une telle circonstance, et il passa les deux premiers jours sans nul accident notable et dans un calme parfait. A la levée du premier appareil, qui eut lieu soixante-douze heures après l'opération, M. Colson coupa les points de suture et fit un simple pansement. La cicatrice de la lèvre était déjà commencée, et la suppuration était établie dans la plaie du cou. Peu de semaines après, la cicatrice des deux plaies fut entièrement terminée: elle était linéaire à la lèvre et fortement déprimée sous la mâchoire.

» Au moment où M. Colson a envoyé son Mémoire à l'Académie, le sujet jouissait d'une parfaite santé; cependant, pour prévenir toute récidive, le médecin a jugé convenable de lui établir un exutoire au bras et de le soumettre à un traitement dépuratif.

» En résumé, vos Commissaires pensent que l'observation de M. Colson, qui fournit un fait de plus sur la possibilité d'extirper la glande sous-maxillaire sans porter une atteinte trop fâcheuse aux fonctions de l'opéré, mérite l'approbation de l'Académie; d'ailleurs votre rapporteur, qui a également extirpé la même glande salivaire en pratiquant une opération extrêmement grave, chez un paysan de la Normandie, avait déjà fourni une preuve de la possibilité de cette opération (1), et il aura l'honneur de lui communiquer incessamment un Mémoire sur une maladie analogue qui avait envahi les glandes lymphatiques du côté gauche du cou et attaqué tout le parenchyme de la glande parotide, qu'il a fallu extirper pour assurer la guérison complète de la malade. »

Les conclusions de ce rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE. — *Recherches sur la disposition des nerfs de l'utérus; applications de ces connaissances à la physiologie et à la pathologie de cet organe; par* M. **Jobert**, de Lamballe. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Duméril, Double, Roux.)

« L'utérus est sans contredit celui de tous les organes qui a le plus occupé les anatomistes, et cependant on est loin d'être fixé sur sa composition intime et sur la nature des tissus qui entrent dans sa structure. La

(1) *Voyez* le II^e volume de ma *Clinique chirurgicale*, page 91.

distribution des nerfs qui s'y rendent et les modifications que ces nerfs peuvent subir suivant les âges, ont été pour moi l'objet d'une étude spéciale dont les résultats sont consignés dans le Mémoire que je soumets aujourd'hui au jugement de l'Académie.

» Dans ce Mémoire, après avoir passé en revue les travaux entrepris sur ce sujet depuis Galien jusqu'à nos jours, et démontré la divergence d'opinions qui existe encore parmi les anatomistes, j'expose les recherches qui me sont propres. Admettant, comme tous les anatomistes, deux ordres de nerfs qui se rendent à l'utérus, les uns appartenant au système nerveux dit de la vie animale, et les autres au système de la vie organique ou au grand sympathique, je décris le trajet de ces nerfs qui sont les uns superficiels, les autres profonds; je n'ai pu suivre ces derniers jusqu'à la membrane muqueuse.

» Plusieurs anatomistes prétendent que les filets fournis par le plexus sacré se rendent au col de l'utérus; pour moi je pense qu'il est impossible de distinguer ces nerfs, et l'anatomie humaine de même que l'anatomie comparée me semblent prouver que cette partie que l'on considère comme très sensible, ne reçoit réellement aucun nerf. Je n'entends parler d'ailleurs que de cette partie du col que l'on appelle *museau de tanche*, car toute la partie située au-dessus de l'insertion vaginale est sillonnée par un grand nombre de branches nerveuses, qui forment comme des plexus.

» J'examine ensuite la question de savoir si les nerfs de l'utérus augmentent temporairement pendant la grossesse, comme le pensent plusieurs anatomistes et comme le soutient encore M. Robert Lee dans un ouvrage récemment publié à Londres.

» Sur des utérus humains et sur ceux de divers animaux j'ai suivi les nerfs dans l'état de vacuité et de plénitude de l'organe, et jamais je n'ai remarqué de modifications dans leurs conditions physiques; ils paraissent plus volumineux en raison de l'infiltration du tissu cellulaire qui les entoure, mais ils n'ont réellement pas pris d'accroissement.

» Les nerfs de l'utérus de femmes de différents âges et dans les diverses conditions de vacuité et de plénitude ont été représentés sur des planches que je mets sous les yeux de l'Académie.

» J'expose le résultat des nombreuses dissections que j'ai faites sur une série d'animaux, tels que : la femelle du singe, la jument, la lapine, la marmotte, l'écureuil, etc.... Je me suis attaché à faire l'étude exacte de la disposition du plexus hypogastrique sur tous ces animaux, et j'ai constamment reconnu que la majeure partie des filets de cet important plexus

était, contrairement à ce qu'on remarque chez la femme, destinée au vagin; aussi je propose de lui donner le nom de *plexus vaginal*.

» Du reste, je le répète, dans aucune de mes dissections je n'ai rencontré de nerfs dans la partie saillante du col utérin.

» Dans la deuxième partie de mon Mémoire, consacrée à la physiologie de l'organe, je retrace de même l'historique de nos connaissances sur ce sujet; j'admets la contractilité de l'utérus sous l'influence des nerfs; je reconnais aussi la sensibilité tactile de cet organe, sauf dans la partie du col dépourvue de nerfs, et c'est à raison de l'insensibilité de cette partie que des affections très graves peuvent s'y développer sans donner lieu à des symptômes locaux en rapport avec la gravité du mal. C'est aussi grâce à cette absence de sensibilité que j'ai pu hardiment recourir à l'emploi du fer rouge dans le traitement des maladies dont elle est le siége, maladies qui résistent si souvent aux moyens les plus énergiques.

» Dans une troisième partie je donne des détails sur le mode à suivre dans l'emploi du cautère actuel contre les ulcères cancéreux, les hémorragies rebelles, etc., etc... Six observations annexées à mon Mémoire tendent à prouver les heureux effets de ces cautérisations; elles montrent que dans aucun cas les femmes n'ont accusé de douleur, même lorsqu'il a fallu recourir à plusieurs applications du fer rouge. Il est bien entendu que, pour ne pas faire naître la douleur, il faut pendant l'opération protéger, au moyen d'un corps mauvais conducteur, les parois vaginales qui sont douées d'une vive sensibilité; l'usage d'un spéculum en ivoire m'a dans ce cas pleinement réussi. »

ART DES CONSTRUCTIONS. — *Note sur la construction d'un pont monolithe en* béton; *par* M. LEBRUN, architecte à Montauban.

(Commissaires, MM. Berthier, Coriolis, Héricart de Thury.)

« J'avais déjà communiqué en 1832 et 1836, à la Société d'Encouragement, les nombreuses applications que j'avais faites du mortier hydraulique à des bâtiments de plusieurs étages, à des voûtes de cave, et à des ponts d'une faible ouverture; et ici, je n'entends pas parler du mortier hydraulique, considéré comme moyen de liaison entre des matériaux de grosseur ordinaire, mais bien comme gangue d'un *béton*, composé de cailloutage et de simple pierraille, et concourant ainsi à l'édification de véritables monolithes.

» C'est l'étonnant succès de ces constructions qui m'a enhardi à entre-

prendre l'ouvrage dont je vais avoir l'honneur de rendre compte à l'Académie. Pour ne point abuser de ses moments, je me bornerai à un exposé très succint. Les détails se trouveront dans le Mémoire ci-joint, accompagné de plans et de copie de quelques Rapports des autorités locales et de l'ingénieur du canal latéral à la Garonne, sur le résultat de mon entreprise.

» Les travaux du canal latéral à la Garonne exigent la construction d'un grand nombre de ponts, pour le maintien des communications de routes royales et départementales, et de chemins vicinaux. J'ai pensé que ce serait rendre un grand service que de donner les moyens de bâtir ces ponts de la manière la plus expéditive, et la plus économique en même temps, dans une contrée qui manque généralement de pierre de taille, et où les chaux hydrauliques sont abondantes et de bonne qualité.

» Ayant obtenu de M. le Ministre des Travaux publics l'autorisation nécessaire, j'ai mis la main à l'œuvre, et le succès a répondu complétement à mon attente.

» La voûte monolithe que j'ai construite est en portion d'arc de cercle de 12 mètres de corde sur $1^{m},60$ de flèche.

» L'entier massif des culées et tout le corps de la voûte sont en *béton*, excepté les arêtes ou bandeaux des têtes, exécutés en briques, et les quatre angles des piédroits vers les banquettes, exécutés en pierre de taille, à cause du frottement des cordes de hallage.

» Ce pont est décintré depuis près de *cinq mois*, et livré à la circulation, sans que les moindres traces de mouvement et de dégradation se soient manifestées.

» J'appellerai particulièrement l'attention de l'Académie sur le nouveau système de cintrement que j'ai employé; système spécialement approprié à ce genre de construction. Il consiste en plusieurs assises de briques superposées à plat, et liées avec du plâtre ou du ciment. Ces briques, soutenues d'abord en tête par de simples cercles en planches, maintenues elles-mêmes par quelques entretoises très légères, ont été posées de proche en proche en procédant des têtes vers le milieu, et se sont soutenues ainsi à vide par la seule adhérence du plâtre ou du ciment, sans autre appui que les arches. Quand ce cintre de briques est fini, on le recouvre de couche légère de terre argileuse battue et lissée, afin d'isoler de la brique le béton qu'elle doit porter. On forme alors le massif, et quand le moment est venu, on démolit le cintre dont toutes les briques peuvent indéfiniment servir à de nouveaux usages.

» La construction de la voûte dont il est ici question a duré six jours. Quatre mois et demi après, on a procédé au décintrement. Les signes de repère tracées sur les têtes n'ont indiqué, alors ni depuis, aucun tassement. J'ajoute que le béton a subi, sans la moindre altération, l'épreuve de l'hiver de 1840 et 1841; qu'en conséquence, sous ce rapport, son avenir est assuré.

» Ainsi se trouvent résolues deux questions capitales, savoir :

» 1°. La construction d'une grande voûte en simple béton de cailloutage et de mortier hydraulique;

» 2°. L'application d'un cintre qui, tout en permettant de poser le béton, sans avoir à craindre les fissures auxquelles l'élasticité des cintres ordinaires en charpente aurait donné lieu, a produit sur ce seul article une grande économie.

» On peut considérer cette expérience comme l'exemple le plus remarquable des ressources que peut offrir le mortier hydraulique, quand on sait le confectionner et le manier comme il doit l'être. Je ne crois pas qu'aucun constructeur osât impunément soumettre à une pareille épreuve le mortier à chaux grasse.

» Il est certain qu'à raison du moindre foisonnement la chaux hydraulique est intrinsèquement plus chère que la chaux grasse, et pourtant elle peut compenser immédiatement et au-delà l'excès de dépense par les modifications de maçonnerie auxquelles elle se prête. Je suis en mesure de pouvoir démontrer, en prenant pour base les prix même du bordereau des travaux de fortifications de la ville de Paris, que ces modifications, comme je les entends, et sans toucher aux dimensions en épaisseur, peuvent produire une économie de 5 à 6 millions, sans y comprendre une autre économie, relativement aussi importante, qui résulterait de l'emploi de cette espèce de maçonnerie et de mon système de cintre dans la construction des voûtes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MINÉRALOGIE. — *Mémoire sur le gisement, la constitution et l'origine des amas de minerai d'étain; par* M. **A. Daubrée.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Berthier, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

« Les dépôts métallifères offrent la plus grande variation dans leur composition et dans leur forme, et très probablement l'histoire de leur

origine n'est pas susceptible d'être formulée dans une proposition unique; aussi convient-il, pour les étudier d'une manière approfondie, de ne pas les embrasser, quant à présent, dans tout leur ensemble, mais d'en fractionner l'examen dans des monographies séparées.

» Les amas stannifères qui forment l'objet de ce travail, représentent un groupe caractérisé d'une manière assez distincte pour pouvoir être traité à part. Ce genre de gîtes n'est exploité en Europe que dans deux contrées, en Cornouailles et en Saxe, où j'ai été les observer.

» La première partie du Mémoire renferme une description raisonnée aussi succincte que possible des amas de Geyer, de Zinnwald, d'Altenberg, de l'Auersberg, en Saxe; de ceux de Carclaze, du mont Saint-Michel et de la paroisse de Saint-Just, en Cornouailles. Des indices d'étain ont aussi été rencontrés en France, dans la Haute-Vienne, à la Villeder (Morbihan) et à Piriac (Loire-Inférieure). Quoique aucun de ces gîtes ne soit assez riche pour être exploité, j'ai indiqué leur composition, pour compléter l'histoire des amas stannifères.

» Dans la deuxième partie du Mémoire, je résume les caractères généraux qui sont mis en relief par les descriptions précédentes, et je cherche à en tirer des déductions sur le mode de formation de cette catégorie de dépôts métallifères.

» Chaque amas se compose d'un assemblage de petits filons ou de veines où le minerai est ordinairement concentré; mais généralement la roche encaissante se rapproche de la nature de ces veines par ses caractères minéralogiques et par sa teneur en étain. Parmi les traits les plus saillants que présente la composition des amas, nous signalerons les caractères suivants :

» 1°. Le quartz prédomine toujours dans les petits filons stannifères, ainsi que dans les parties de la roche qui y sont adjacentes;

» 2°. Après le quartz, les satellites les plus constants sont des composés fluorés, principalement des fluosilicates, quelquefois des fluophosphates ou des fluorures. En effet, les micas des amas stannifères se distinguent du mica le plus commun par leur richesse en fluor; c'est ce que l'analyse a fait voir pour le mica de quelques localités, et ce que j'ai observé par des essais pour d'autres variétés: certain mica de Zinnwald contient, même d'après l'analyse de C. Gmelin, jusqu'à 8,10 de fluor. La topaze et la picnite, qui renferment encore plus de fluor, sont fréquentes dans les stockwercks. L'apatite ou fluophosphate de chaux et le spath-fluor, s'y trouvent aussi assez souvent. Une semblable association entre le minerai d'étain

et les composés fluorés, paraît exister partout où l'on connaît l'oxide d'étain sous une forme autre qu'en filons réguliers, comme à Finbo, près de Fahlun, en Suède; à Adon-tsche-lon, en Sibérie, et au Groënland.

» 3°. Enfin, plus de la moitié des amas stannifères de l'Europe renferment abondamment de la tourmaline, minéral qui renferme toujours de l'acide borique, et beaucoup plus rarement l'axinite, qui est aussi un borosilicate.

» L'examen de chacun des gîtes de Geyer, d'Altenberg, de Zinnwald, de l'Auersberg, de Carclaze et du mont Saint-Michel, démontre que les petits filons stannifères sont de formation postérieure à l'existence de la roche qui les renferme. En effet, on voit les filons couper, sans s'interrompre, et même sans être déviés, des roches différentes par leur âge et par leur nature: d'ailleurs si l'oxide d'étain était une sécrétion contemporaine de ces roches, on ne concevrait pas comment, en Saxe et en Cornouailles, le minerai se trouve subordonné dans des masses qui diffèrent entre elles comme le granite, le porphyre et le terrain schisteux; la soudure intime de ces filons à leurs parois, et l'imprégnation de la roche avoisinante par des minéraux particuliers, s'expliquent d'une manière satisfaisante dans la supposition de fissures remplies.

» Non-seulement les combinaisons fluorées se présentent dans tous ces stockwercks, soit dans les veines, soit dans la masse encaissante; mais en outre, de nombreux faits démontrent que le développement de ce cortége de minéraux et l'introduction du fluor, ont accompagné l'arrivée de l'étain. D'après cette double observation, on peut calculer, sans risquer d'exagérer la portée des faits, que le fluor a joué un rôle dans le remplissage des amas stannifères, et quoique ce corps soit très peu en évidence dans ces gîtes, on doit présumer que l'importance de son action a été en rapport avec l'énergie de ses affinités.

» Il est difficile d'aller plus loin et de préciser avec certitude la nature des réactions, vraisemblablement très complexes, qui ont amené la formation des divers composés dont le minerai d'étain est aujourd'hui accompagné; car nous ne connaissons que le terme final ou résidu de toutes ces réactions, et, en outre, les principaux minéraux qui en sont le résultat, tels que les fluosilicates et les borosilicates, appartiennent à un genre de composés qui n'ont pas encore été obtenus artificiellement; on ne sait de quelle manière ces combinaisons peuvent prendre naissance. Cependant, l'examen de tous les amas stannifères pris isolément, puis comparés entre eux, amène à des conclusions qui paraissent très vraisemblables; mais les nom-

breuses considérations qui viennent à l'appui ne peuvent trouver place dans ce résumé.

» *Les principaux éléments introduits en même temps que le fluor dans les petits filons stannifères, l'étain, le tungstène, le bore, le silicium et le phosphore, ont une grande affinité pour le fluor, et ils forment des fluorures qui sont indécomposables par la chaleur et volatils. L'existence de ces composés peut donc expliquer d'une manière toute rationnelle le transport du minerai d'étain et de son cortége caractéristique, depuis les profondeurs d'où les dépôts métallifères paraissent en général émaner, jusque dans les parties superficielles de l'écorce terrestre;* la parenté du bore, par exemple, avec le fluor, paraît aussi très probable d'après les gisements. En effet, dans tous les gîtes qui renferment la tourmaline et l'axinite, on voit clairement que la formation de ces borosilicates a été provoquée lors de l'arrivée du minerai d'étain. Si le bore a été amené en même temps que le fluor dans tous ces gîtes, on doit penser, d'après la grande affinité de ces deux corps l'un pour l'autre, qu'ils étaient à l'état de combinaison ou à l'état de fluorure de bore. Cette conclusion est encore fortifiée par l'association très habituelle de la tourmaline à des composés fluorés, hors des gîtes stannifères, ainsi que par l'existence des cristaux de feldspath du Cornouailles, auxquels la tourmaline a été substituée.

» En poursuivant la même idée, cet ensemble de fluorures arrivé dans les parties superficielles a réagi sur les roches avoisinantes, et c'est par le conflit de ces composés primordiaux et des masses voisines que se sont formés les minéraux qui constituent les veines stannifères, et qui entrent aussi le plus souvent dans les portions adjacentes de la roche. Ce sont des réactions que nous sommes dans l'impuissance d'imiter, et par conséquent d'expliquer avec rigueur quant à présent; mais on a montré pour chacun des gîtes de la Saxe et du Cornouailles, que les variations remarquables exclusivement circonscrites dans le voisinage des filons stannifères ne peuvent être que l'effet d'un remaniement contemporain de l'arrivée de l'étain, et dont l'acide hydrofluorique a été probablement le principal agent. Les parties modifiées, qui sont caractérisées par la prépondérance de la silice mise à nu, et par la présence de silicates qui renferment le bore et le fluor, sont tantôt très étendues, comme à Altenberg et Zinnwald; tantôt, comme à Geyer et au mont Saint-Michel, ces altérations sont restreintes au voisinage même des veines. Ainsi les fluorures cités plus haut ne seraient, en quelque sorte, que le germe des amas stannifères qui, déposé dans les fissures, aurait amené l'état actuel.

» Il est vrai que la quantité de fluor aujourd'hui fixée dans les gîtes est en général plus faible que la proportion de ce corps qui aurait été mise en jeu dans les réactions précédentes; mais une partie peut avoir été éliminée à l'état de combinaison volatile ou soluble, de même, par exemple, que l'acide hydrochlorique a été soustrait aux dépôts de fer spéculaire des volcans, qui lui doivent leur origine, comme l'a montré M. Gay-Lussac.

» Telle est la manière dont on peut se rendre compte des faits les plus caractéristiques que présentent les amas stannifères de l'Europe. On voit pourquoi des corps qui se ressemblent aussi peu, chimiquement, que le fluor, le bore, le phosphore ou l'étain, ont si communément convergé sur les mêmes points de l'écorce terrestre. Cela donne aussi une idée de l'origine de ces masses formées de quartz, de fluosilicates et de borosilicates, dont l'hyalomicte et la roche de quartz et de tourmaline représentent les types les plus communs; on voit pourquoi ces éléments ordinaires des amas stannifères ne se retrouvent pas dans les autres dépôts métalliques dont les éléments électro-négatifs sont le plus ordinairement le soufre, le sélénium, le tellure ou l'arsenic. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les lois de l'induction des courants par les courants; par* M. ABRIA; premier Mémoire. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Pouillet, Babinet.)

« Le moyen employé pour évaluer l'intensité de chacun des courants induits, estimé en prenant celle du courant inducteur pour unité, consiste à placer deux hélices égales dans le circuit induit et dans le circuit inducteur, et à soumettre une même aiguille à l'action de chacun des deux courants, en commençant par le plus faible. Le diamètre et la longueur des aiguilles sont tels, eu égard aux dimensions des hélices, que leur loi d'aimantation suit celle pour laquelle le produit de l'intensité du courant par la durée d'oscillation reste constant. Les recherches que j'ai présentées à l'Académie sur l'aimantation par les courants m'ont permis de satisfaire facilement à cette condition.

» L'expérience fait voir que le rapport des durées d'oscillations d'une même aiguille soumise successivement à l'action des deux courants induit et inducteur est constant : ce rapport est la mesure du courant induit.

» On peut déduire des expériences consignées dans mon travail les conclusions suivantes :

» 1°. L'intensité de chacun des courants induits, direct et inverse, est proportionnelle à celle de l'inducteur. Elle décroît à mesure que la distance augmente dans un même rapport pour les deux courants, et moins rapidement que suivant la loi de la raison inverse de la simple distance. Elle augmente avec le diamètre des fils employés, et lorsque ceux-ci sont disposés en spirale, elle varie dans le même sens que le rapport des nombres de tours des spirales inductrice et induite : de sorte qu'elle est sensiblement indépendante de la longueur absolue de chacun des deux circuits, lorsque celle-ci est la même pour tous les deux.

» 2°. Le rapport des deux courants inverse et direct, correspondants à un même courant inducteur, peut être très différent de l'unité. Il est plus petit que l'unité lorsque les deux circuits sont formés chacun d'un seul fil de petit diamètre, et ne varie pas dans des limites très étendues lorsque ce diamètre reste constant. D'après mes expériences, l'inverse est, en nombres ronds, les $\frac{2}{5}$ du courant direct, lorsque ce diamètre est de $0^{mm},64$.

» 3°. Un circuit placé dans le voisinage de l'inducteur et de l'induit n'exerce aucune influence lorsqu'il est ouvert. »

OPTIQUE. — *Sur la théorie de la vision ;* 3e Mémoire; *par* M. VALLÉE.

(Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée, à laquelle est adjoint M. Serres.)

« Dans ce troisième Mémoire, chapitre V, l'œil est considéré premièrement, comme composé de trois milieux (§ 20); secondement, comme composé d'un cristallin avec neuf couches (§ 21). J'analyse les données connues, je les discute, je les rectifie, et je compose ce que j'appelle *l'œil théorique*. Je fais voir que la division du cristallin en couches ne peut pas aider la vision à des distances différentes (nos 380 et 381); je calcule les diamètres des images confuses pour les distances éloignées; je donne, n° 393, une formule pour obtenir ces diamètres; je tiens compte, dans le calcul, de la réfrangibilité (389 et 390); enfin je détermine numériquement les changements de courbure de la cornée, de la longueur de l'œil et du déplacement du cristallin, nécessaires pour rendre la vision nette à toutes distances.

» Les calculs sont appliqués, § 22, à l'œil n° 3, et § 23 à l'œil n° 1. Entre ces deux types sont tous les yeux qui n'ont rien d'extraordinaire

(414). Ils donnent à peu près les mêmes conclusions, lesquelles montrent que l'homogénéité de l'humeur vitrée est inadmissible.

» Dans le chapitre VI, je démontre que l'humeur vitrée n'est pas homogène (435, 467 et 469); et j'induis de là que l'œil est pourvu de deux moyens d'achromatisme (441 et 442).

» J'applique le calcul à la théorie que j'ai présentée en 1821 (§ 25), et, au moyen du théorème n° 350, lequel se démontre *à priori*, je fais voir que cette théorie, qui est un progrès, est d'ailleurs imparfaite, comme toute théorie qui admet l'invariabilité de l'œil.

» Je suppose donc la variabilité du globe, et j'applique à l'œil n° 3 les calculs relatifs à la déformation de la cornée, à l'allongement de l'œil et au déplacement du cristallin (§ 26).

» Je trouve qu'un changement de la courbure de la cornée d'un vingt-cinquième, un allongement de l'œil de $0^{mm},278$, et un déplacement du cristallin de $0^{mm},300$ (524), maintiennent la vision nette à toutes distances.

» J'examine dans le § 27 comment la forme de l'œil peut se modifier. Je trouve que c'est l'action de l'iris qui le modifie. J'explique comment je suis parvenu à dilater ma prunelle; je donne une nouvelle explication du phénomène par lequel la vision est suspendue en entrant dans un lieu obscur (498). Je fais, sur la déformation de l'œil, les calculs qui mettent à même de la bien juger.

» Enfin, dans le § 28, je présente un aperçu de la théorie générale et analytique de l'œil. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la capillarité; par* M. SIMON, de Metz. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Arago, Gay-Lussac, Pouillet.)

« Ce Mémoire a pour objet de prouver que les lois établies sur l'ascension capillaire dans les tubes et entre des plans parallèles ne sont pas d'accord avec l'expérience; qu'il faut admettre que l'ascension dans les tubes est en raison inverse des diamètres, mais en augmentant la hauteur de la colonne d'eau d'une quantité qui décroît à mesure que l'on considère des tubes plus étroits.

» Au moyen du procédé employé pour ces expériences, et qui consiste à substituer à l'ascension le dégagement de l'air à travers un orifice capillaire plongé dans l'eau, on a pu déterminer l'ascension pour des tubes dont

le diamètre n'avait que $0^{mm},006$, tandis que l'observation n'avait été possible que pour des diamètres de $0^{mm},2$ ou $0^{mm},3$. D'un autre côté, l'ascension se fait sentir pour des tubes de 28^{mm} de diamètre.

» Ce même procédé du dégagement des bulles par une ouverture capillaire, a paru conduire à ce résultat : que tous les corps suspendus dans un liquide sont soumis à une compression d'autant plus puissante, que les particules du corps en suspension sont plus ténues; peut-être même serait-il possible d'étendre cette considération jusqu'aux dissolutions, et d'expliquer ainsi certaines affinités chimiques.

» D'après de nombreuses expériences, l'ascension entre les glaces n'égale pas la moitié de la hauteur de celle qui a lieu dans les tubes ; mais elle est à celle-ci dans le même rapport que le diamètre du cercle est à la circonférence; ce qui pourrait s'expliquer par cette considération que l'attraction entre des glaces agit sur les deux extrémités du diamètre d'une courbe de molécules liquides, tandis que dans un tube l'action attractive a lieu sur toutes les molécules en contact avec une section du tube capillaire.

» L'action de la température sur les phénomènes capillaires a pour effet de diminuer les forces attractives de telle manière que, en prenant pour exemple l'ascension dans les tubes ou entre les glaces, la hauteur du liquide étant 4 pour la température 0°, elle sera 3 pour 100°. Il est dès-lors facile, connaissant la hauteur de la colonne ou de la nappe d'eau à un degré quelconque, de connaître celle qui convient à tel autre degré de l'échelle thermométrique.

» L'adhésion de deux plans au moyen d'une couche d'eau interposée est un phénomène de capillarité dont l'analogie avec l'ascension entre des glaces parallèles est démontrée par cette circonstance, que le poids nécessaire pour opérer la séparation des disques est égal au poids d'une colonne d'eau qui aurait les disques pour base, et dont la hauteur serait la même que celle de la nappe d'eau qui s'élèverait entre deux glaces ayant le même écart que celui des deux disques

» On a d'ailleurs examiné la résistance à la séparation, selon que la surface ou l'écart des disques varie.

» Si l'on soulève un disque en contact avec une surface d'eau, le liquide s'élève jusqu'à 5^{mm} environ, lorsque le diamètre du disque est au-dessus de 50^{mm}; mais pour des diamètres moindres, la hauteur du cylindre d'eau soulevée diminue d'autant plus que la surface en contact avec le liquide est plus petite, de sorte que la pointe d'une aiguille ne soulève plus l'eau qu'à une hauteur de $0^{mm},08$.

» Si, au lieu de soulever le disque, on l'enfonce dans le liquide sans le submerger, il y forme une dépression qui reproduit en sens inverse toutes les circonstances du phénomène précédent.

» On a par-là l'explication du phénomène des corps solides et même liquides flottant sur un liquide de moindre densité. On a pu faire flotter verticalement sur l'eau des fils métalliques de plus de 1 centimètre de longueur. On comprend également pourquoi l'on a pu fixer des corps légers au fond d'un vase rempli d'un liquide plus dense que ces corps.

» D'après les nombreuses expériences renfermées dans ce Mémoire, on doit considérer une surface liquide comme opposant à sa pénétration une résistance produite par la force adhésive des liquides. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur une voiture mise en mouvement par le ressort de l'air; par* MM. ANDRAUD et TESSIÉ DU MOTAY.

(Commissaires, MM. Arago, Poncelet, Piobert, Séguier.)

« Il y a deux ans environ, M. Andraud adressa à l'Académie un Mémoire imprimé dans lequel il exposait quelques vues générales, purement théoriques, sur les divers avantages que pourrait retirer l'industrie du ressort de l'air employé comme force motrice. A cette époque M. Tessié du Motay s'occupait, à plus de cent lieues de Paris, de travaux analogues aux propositions de M. Andraud. Une parfaite conformité d'opinions sur le même objet ne tarda pas à les réunir et les détermina à entreprendre en commun une série d'expériences qui pussent servir de base au nouveau système dynamique.

» Après plus d'un an de travaux assidus sur les hautes pressions de l'air, sur la forme et la matière des vases le plus propres à le renfermer, sur les moyens d'en régler l'émission de manière à en obtenir les effets produits par la vapeur, après avoir expérimenté un appareil qui pût nous permettre d'employer à la fois la puissance de dilatation de l'air chauffé et sa force de compression, nous avons procédé à diverses applications de la force nouvelle, soit pour élever des eaux, soit pour lancer des projectiles, soit enfin pour faire mouvoir une voiture sur un chemin de fer. C'est sur cette dernière expérience que nous venons appeler la bienveillante attention de l'Académie.

» Nous ne nous sommes jamais dissimulé les difficultés que présente la solution pratique du problème que nous poursuivons. Si les indications de la science sur les propriétés de l'air, depuis la loi de Mariotte jusqu'aux

découvertes de MM. Biot et Arago, concordent pour assurer théoriquement le succès de notre entreprise, que d'obstacles matériels dans l'exécution! Jamais question mécanique ne fut plus complexe : d'abord il a fallu s'assurer, par des expériences réputées dangereuses, que l'air peut être pressé à un très haut degré dans des vases de pesanteur modérée ; car si l'on avait dû établir quelque analogie, comme il semble naturel de le faire, entre les récipients à air comprimé et les chaudières à vapeur; si l'on avait eu à craindre les mêmes dangers d'explosion dans les mêmes conditions de pression, il n'aurait jamais fallu songer à tirer parti de l'air comme moteur, car on sait que les chaudières à vapeur éclatent sous des pressions apparentes très basses; et, pour obtenir un effet utile d'une certaine masse d'air, il faut qu'il soit condensé à 30 ou 40 atmosphères.

» Or la première série de nos expériences nous a parfaitement rassurés sur ce point : nos récipients, de 100 litres de capacité environ, quoique formés d'une tôle de fer assez mince (2 millimètres), ont constamment résisté à des pressions de 30 à 35 atmosphères. Ayant voulu connaître un jour la limite de leur résistance, la pression a été poussée jusqu'à dépasser l'indication du manomètre, qui portait 75 atmosphères. Alors le vase soumis à l'épreuve a cédé, mais par voie de déchirement et non par explosion; une fente à peine visible a laissé échapper l'air avec un très grand sifflement. Ce fait nous a donné à penser que si des chaudières à vapeur éclatent sous l'effort de basses pressions, ces accidents ne doivent pas être attribués à l'expansion normale de la vapeur, mais à la présence soudaine de la force électrique. Cette présomption est appuyée sur d'autres considérations fort puissantes, et, à ce sujet, M. Andraud a adressé dernièrement une Note à l'Académie.

» Nous avons dû ensuite nous occuper des moyens de compression : la question des pompes foulantes est capitale, elle peut être considérée comme la base de la nouvelle science aérodynamique.

» Nous avons été assez heureux pour avoir pu nous servir, dans le cours de nos expériences, de deux pompes fort puissantes, construites d'après le meilleur système connu. Néanmoins, à notre grand étonnement, nous nous sommes bien vite aperçus que ces pompes contractaient, dans les hautes pressions, une très vive chaleur, et qu'en définitive, elles rendaient tout au plus 25 pour 100 de la force employée à les faire mouvoir.

» Frappés de cet inconvénient, nous avons voulu en connaître la cause, et, ayant fait en quelque sorte l'autopsie d'une de ces pompes, nous avons reconnu que le mal signalé devait être attribué à la soupape intérieure, de

forme conique, dont la surface d'action, tournée vers la pompe, est tout au plus le quart de la surface de réaction, tournée vers le récipient; d'où il suit que pour obtenir dans ce dernier 30 atmosphères, par exemple, la pompe est obligée de subir en elle-même un effort quadruple, c'est-à-dire de 120 atmosphères. De là échauffement rapide, dilatation inutile de l'air et grande déperdition de la force comprimante.

» Tel est le premier obstacle que nous avons rencontré et que nous avons cherché à vaincre. Si l'Académie juge nos travaux dignes de quelque attention, nous aurons l'honneur de lui soumettre une soupape dans laquelle la surface d'action est égale à la surface de réaction.

» Lorsque nous nous sommes trouvés en position d'avoir régulièrement de l'air pressé à 25 atmosphères (n'ayant pas besoin de plus pour nos essais), nous avons procédé à quelques applications de la force nouvelle.

» Les bornes dans lesquelles doit se renfermer la présente notice ne nous permettent pas d'entrer dans de grands détails sur ces applications : ainsi nous ne ferons que citer pour mémoire la *pompe aérohydraulique*, dans laquelle l'air comprimé, faisant office de piston, peut élever l'eau à des hauteurs illimitées; ainsi que le *canon à force multiple*, dans lequel l'air comprimé à un degré quelconque, à 30 atmosphères par exemple, peut, en réagissant sur lui-même, décupler et même centupler sa pression, et cela instantanément et sans danger; de sorte qu'avec cet appareil, on pourra atteindre et dépasser la force de la poudre, et obtenir avec sécurité, dans nos laboratoires de chimie, la liquéfaction et la consolidation des gaz susceptibles de subir cette transformation.

» Nous ne ferons aussi que mentionner, quant à présent, la *turbine éolique* et la *roue fluviale*, deux agents mécaniques nouveaux que nous proposons pour utiliser d'une manière plus étendue la force du vent et celle des eaux courantes. Dans l'ensemble de nos vues ces machines, applicables d'ailleurs à toutes sortes de travaux, sont spécialement destinées à opérer la compression gratuite de l'air.

» Aujourd'hui nous nous bornons à soumettre à l'examen de l'Académie notre *voiture à air*, laquelle d'ailleurs a été l'objet principal de nos expériences.

» D'abord nous tenons à faire remarquer que notre but n'a pas été de fabriquer une voiture qui, par l'harmonie et la juste proportion de ses parties, dût servir de modèle; nous n'avons pas voulu construire une machine, mais constater un fait, savoir : que la force expansive de l'air appliquée à la traction des voitures, produit la même régularité et la même vitesse de

mouvement que la vapeur, avec cet avantage immense qu'on n'aura plus à porter avec soi les pesantes matières qui engendrent la force.

» Le dessin joint au présent Mémoire représente assez fidèlement notre petite voiture d'essai.

» Cette locomotive peut porter, outre son appareil, huit personnes; elle a 3 mètres de longueur, 2 mètres de hauteur et $1^{m},50$ de largeur entre les rails. Cinq de nos récipients sont placés sous la voiture : l'air, avant de se rendre aux corps de pompe qui font tourner les roues, passe à travers le *régulateur,* mécanisme au moyen duquel l'air s'ouvre lui-même un passage qui s'agrandit à mesure que la pression décroît, de sorte que son choc conserve toujours la même énergie et imprime à la machine un mouvement égal. On marche ainsi avec l'air comprimé seulement.

» Mais si l'on veut utiliser en même temps la propriété que possède l'air de se dilater par la chaleur, il faudra qu'au sortir du régulateur, on le fasse passer à travers le *dilateur,* sorte de serpentin placé entre les corps de pompe. Cet appareil est tellement disposé que l'air, malgré sa nature rebelle, s'y dilate avec une extrême rapidité. Dès notre premier essai, sa force s'en est accrue de 1 à 2,29. Nous sommes portés à croire qu'on pourra ainsi tripler et même quadrupler le ressort de l'air comprimé.

» Dans une Note spéciale nous reviendrons sur cette dilatation *instantanée* de l'air au moyen de notre appareil. Il en devra, ce nous semble, résulter de grands progrès pour l'aérodynamie.

» Notre voiture marche donc tantôt à froid avec de l'air comprimé seulement, et tantôt avec de l'air comprimé et dilaté. Cette dernière combinaison est celle qu'il faudra mettre en pratique si l'on veut obtenir de suite un effet utile des voitures à air, du moins tant que l'art de comprimer n'aura pas obtenu le degré de perfectionnement que nous avons indiqué. Lorsqu'on aura des moyens simples d'arriver promptement à de hautes pressions, la dilatation pourra être supprimée; au reste la dilatation elle-même peut arriver à ce point de se suffire, alors c'est la compression qui serait supprimée. Cette solution du problème serait la plus féconde.

» La voiture telle que nous l'avons conçue est une sorte de *locomotive-waggon,* puisqu'elle porte à la fois les voyageurs et la force qui la fait mouvoir. Comparée à une locomotive à vapeur, elle est d'une extrême légèreté; elle permettra donc de construire avec économie les chemins de fer qui, dans certaines circonstances, pourront avoir des pentes de 15 à 20 millimètres par mètre. C'est dans cette prévision que nous avons placé sous la voiture un récipient spécial qui contient une réserve d'air très fortement

pressé et dont on se servira lorsqu'il s'agira de donner un coup de collier pour franchir une côte. Nous avons nommé ce vase isolé *le cheval de montagne*.

» Nous avons aussi cherché à améliorer, en le simplifiant, le mécanisme général de la voiture; ainsi nous avons supprimé les excentriques qui, dans les locomotives à vapeur, ouvrent et ferment les tiroirs des pompes; chez nous c'est le piston lui-même qui remplit cette besogne : on ne voit travailler que la bielle. Les deux roues qui impriment le mouvement sont indépendantes l'une de l'autre, les deux roues libres sont pivotantes et parallèles, afin que la voiture puisse tourner dans les plus petites courbes, car dans notre prévision, les voitures à air passeront un jour des chemins de fer sur les routes macadamisées.

» Ouvrir et fermer à propos un robinet, est tout le travail qu'exige la direction des voitures à air; il suffit de changer le jeu des tiroirs, les voitures marchent en sens contraire; un enfant intelligent peut les conduire. Quant à leur vitesse, elle n'aura de limites que celles que devra prescrire la prudence, car il est évident que, disposant de pressions beaucoup plus élevées que celles que comporte la vapeur, on accélérera le mouvement à volonté.

» Il est assez difficile de dire, quant à présent, d'une manière précise, quelle sera la durée de travail d'une voiture à air bien construite. A en juger seulement par induction, d'après nos premiers essais, on obtiendrait des parcours de 3 à 4 lieues sans réapprovisionner.

» Ce réapprovisionnement de la force motrice s'opérera au moyen de vastes réservoirs placés de distance en distance sur le bord des chemins. Ces réservoirs seront eux-mêmes alimentés par le travail gratuit de roues éoliques ou hydrauliques, ou, accidentellement, par des machines à vapeur : quelques secondes suffiront pour la charge des voitures à chaque relais.

» Dans l'hypothèse d'un service organisé, chaque locomotive-waggon, portant de 20 à 30 voyageurs, pourra partir seule et de 5 minutes en 5 minutes; avantage que ne présentent pas les chemins de fer actuels, surtout lorsqu'ils ont un faible parcours, parce qu'ils font perdre, par l'attente du départ, le temps que l'on gagne par la vitesse du trajet.

» Qu'il nous soit permis de terminer par quelques mots sur la question d'économie: d'abord cette question n'est pas douteuse si, pour comprimer l'air, seul travail dispendieux, on emploie, comme nous l'entendons, la force gratuite du vent et des eaux. Mais dût-on avoir recours à

la vapeur pour opérer ce travail, l'avantage resterait encore au nouveau mode de locomotion, par la raison que les voitures à air n'auront pas à porter avec elles les pesants appareils et les lourdes matières qui produisent la puissance motrice. En second lieu, la force d'une machine à vapeur fixe coûte six ou sept fois moins que la même quantité de force produite par une locomotive. Au reste, cet emploi des machines à vapeur pour accumuler de l'air dans les réservoirs ne sera que temporaire; il faudra bien qu'on en vienne aux forces naturelles, qui ne failliront jamais, lorsque la houille, base fragile de l'industrie, fera défaut par l'épuisement graduel des mines; et cet épuisement arrivera de toute nécessité.

» Le résultat des expériences que nous avons faites jusqu'à ce jour a répondu assez généralement à nos prévisions; mais le succès que nous tiendrions pour le plus flatteur et le plus utile, serait que l'Académie jugeât nos tentatives dignes de son attention, et qu'elle nommât une Commission dont les conseils nous aideraient à poursuivre. »

M. A. Lemore envoie de Lyon un Mémoire ayant pour titre : *Recherches sur le mortier de chaux*. Ce Mémoire est renvoyé à l'examen de la Commission chargée de faire un Rapport sur le travail de M. *Lebrun*.

M. de Chavagneux soumet au jugement de l'Académie un *nouveau système d'écriture* qui doit réunir, suivant lui, rapidité, correction et élégance. Il désigne cette écriture sous le nom de *calisténographie*.

(Commissaires, MM. Silvestre, Puissant, Séguier.)

M. Tissier avait présenté à l'Académie, en juillet 1840, des épreuves d'un système de gravure qu'il s'occupait de perfectionner, (la gravure en relief sur pierre obtenue par des agents chimiques); aujourd'hui il adresse plusieurs épreuves nouvelles, afin que la Commission qui a été chargée de faire un Rapport sur les premiers essais puisse juger des progrès qui ont été faits dans l'intervalle.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, à laquelle M. Dumas est prié de s'adjoindre.)

M. Aug. Dupont, qui avait, il y a quelques mois, entretenu l'Académie

de son procédé pour le transport sur pierre des anciennes estampes, annonce qu'il a donné un nouveau développement à ce procédé, en convertissant, au moyen de l'action des acides, l'image transportée en une gravure en relief. Une planche obtenue par ce moyen, une des épreuves qu'elle a donnée, et une épreuve d'une autre gravure du même genre, accompagnent la Note de M. Dupont.

(Renvoi à la Commission nommée pour les communications de M. Tissier.)

M. Leguillou adresse deux Mémoires relatifs aux observations de Minéralogie et de Géologie qu'il a faites pendant la campagne de *la Zélée*, et aux échantillons qu'il a récoltés.

(Commissaires, MM. Cordier, Élie de Beaumont.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique accuse réception du Rapport sur les travaux géographiques et statistiques exécutés dans le Venezuela par M. le colonel *Codazzi*. M. le Ministre annonce que, conformément au vœu de l'Académie, il a adressé ce Rapport à M. le consul de France à Caracas, qui est chargé de le transmettre au congrès Venezuélien.

M. le Ministre de la Marine transmet un Mémoire adressé pour le concours au prix extraordinaire concernant l'*application de la vapeur à la navigation*, et fait remarquer que l'auteur, officier de la marine royale, n'a pu, en raison du service auquel il était employé, envoyer plus tôt son travail qui sera ainsi parvenu à l'Académie quelques jours après la clôture du concours.

M. le Président fait remarquer que ce Mémoire est le seul qui soit encore parvenu à l'Académie. Son admission est mise aux voix et adoptée.

PHYSIQUE. — *Sur les observations barométriques; par* M. d'Hombres-Firmas.

« Quelques expériences faites, il y a bien des années, me portent à croire que la grandeur du vide qui se trouve au-dessus de la colonne barométrique, influe sur sa marche et sa hauteur absolue. J'ignore si les physiciens ont vérifié ce fait et l'ont fait connaître.

» Passant une partie de l'été à une campagne peu éloignée d'Alais, mais à mi-côte d'une montagne assez élevée, j'y continuais mes observations météorologiques, et après avoir établi une différence moyenne entre ces deux stations, je réduisais mes observations de la station supérieure, comme si elles avaient été faites à celle d'Alais. D'après la comparaison de plusieurs baromètres, il me parut que la différence moyenne entre mes deux stations (la température et toutes les circonstances de temps étant corrigées), variait selon la grandeur du vide qui restait au-dessus du mercure. Pour m'en assurer, j'établis dans la même cuvette deux tubes du même diamètre, remplis avec les mêmes soins; mais l'un avait $1^{m},06$ de longueur et l'autre $0^{m},82$; par conséquent le vide au-dessus de la première colonne était d'environ $0^{m},3$ quand il n'avait que $0^{m},06$ à $0^{m},07$, dans le second. Ces deux baromètres, en été et au milieu du jour surtout, variaient entre eux assez sensiblement, et c'était le plus long qui s'élevait moins. Je l'attribuai à une sorte de réaction de la vapeur mercurielle plus considérable dans le plus grand vide; cela pouvait provenir aussi d'un peu d'air resté dans ce tube, quoique je l'eusse fait bien bouillir.

» La différence allait par fois à $0^{mm},25$ et plus, et il suffisait d'incliner les deux tubes et de faire osciller le mercure pour la faire disparaître, et les remettre d'accord; ce qui ne serait pas arrivé s'il y avait eu de l'air dilaté dans le plus long.

» Un baromètre portatif qu'on met en expérience sur une montagne n'éprouve aucun inconvénient du vide qu'il laisse en s'abaissant; mais s'il reste sédentaire dans une habitation fort élevée, il peut bien n'y pas marcher comme il le faisait dans la plaine, à moins qu'on ne fasse balancer le mercure quelques minutes avant l'observation. Peut-être, dans les expériences exactes, sera-t-il nécessaire d'avoir égard à la grandeur du vide qui reste au-dessus de la colonne de mercure, quelque minime que soit le ressort de la vapeur qui peut s'y élever. »

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Notice sur les travaux de la Commission scientifique de l'Algérie; par* M. BORY DE SAINT-VINCENT. (Extrait.)

Cette Notice a principalement rapport aux observations faites par quelques membres de la Commission qui suivirent M. le général Bugeaud dans l'expédition entreprise à la fin de mars pour ravitailler Médéah.

Jusqu'à Blidah, le pays n'offrit aux explorateurs rien qu'ils n'eussent vu

dans une première expédition faite au printemps, seulement ils trouvèrent en fleurs d'admirables bois d'orangers.

De l'autre côté du col de Téniah et jusqu'à Médéah, nos voyageurs trouvèrent une température et une végétation différentes de celles qu'ils avaient eues avant de franchir la chaîne. Les bois étaient encore sans feuilles. On y trouvait peu de liéges; la belotte et l'yeuse, qui s'accommodent mieux de ce climat, entraient à peine en floraison.....

« M. Boré, dit l'auteur de la Notice, a retrouvé assez communément dans ces parages la magnifique espèce de chêne que nous avions découverte l'automne dernier à la Calle, où M. Desfontaines l'avait prise pour le Rouvre, qui n'existe pourtant pas ici. L'espèce est encore non décrite; nous en avons vu des individus dont le tronc parfaitement droit avait, à hauteur d'homme, 5 à 6 mètres de circonférence.....

» Les bêtes féroces, s'il s'en trouve dans ce pays, doivent au moins y être rares, puisque des chevaux blessés, abandonnés dans les expéditions du maréchal Vallée se sont guéris d'eux-mêmes et ont été vus paissant tranquillement. Certainement dans nos pays des animaux blessés eussent difficilement échappé à la dent des loups affamés par la mauvaise saison.....

» Du cuivre en abondance a été depuis long-temps signalé en un lieu du col de Médéah. M. Renou a pu en étudier le gisement, et il a reconnu que le voisinage offrait des forêts assez considérables pour qu'étant mises en coupe réglée, elles fournissent la quantité de combustible suffisante pour l'exploitation du métal. M. Renou a de plus observé et recueilli les roches de la chaîne, et il a fait un tableau géologique bien complet de cette contrée.

» L'expédition de Médéah nous a donc mis en état de constater que la province d'Alger même possède des mines riches, de grands bois et de magnifiques vignobles non moins bien tenus que ceux du Médoc. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur quelques points de la théorie des étoiles filantes; par* M. A. ERMAN. (Lettre à M. *Arago*.)

« Connaissant les témoignages d'intérêt que votre Académie a accordés plus d'une fois aux apparitions périodiques des étoiles filantes, je m'enhardis à lui communiquer les remarques suivantes sur les importantes recherches de M. Chasles, consignées dans les *Comptes rendus hebdomadaires*, 1er semestre 1841, nos 11 et 12.

» Il est question, dans lesdits Mémoires, de plusieurs chutes d'étoiles filantes observées au mois de février, depuis le VIIIe jusqu'au XIe siècle, et

ayant affecté les mêmes caractères de fréquence et de répétition périodique, que le phénomène observé pour la première fois par M. de Humboldt en 1799, et beaucoup d'observations subséquentes nous ont d'abord fait connaître pour les astéroïdes de novembre, et qui, comme on le sait maintenant par une remarque de M. Brandes, également appuyée d'observations récentes, conviennent aussi à ceux du mois d'août. Le catalogue de M. Chasles mentionne en outre quelques apparitions semblables arrivées au mois d'avril, dans des siècles plus rapprochés du nôtre.

» Doit-on, en effet, attribuer ces phénomènes à l'un des deux courants ou anneaux d'astéroïdes, dont l'existence et la position actuelle ne paraissent plus douteuses? Et auquel d'entre eux? Voilà les questions qui se présentent naturellement, et que le physicien français n'a pas manqué d'aborder dans son Mémoire présenté à l'Académie. Je crois cependant qu'à l'explication qu'il y a donnée desdits phénomènes il aurait préféré une autre, s'il avait pu connaître les remarques sur les deux courants d'astéroïdes que nous avons successivement publiées en langue allemande, M. Bessel, M. de Boguslawsky et moi, dans le Journal astronomique de M. Schumacher (*Astronom. Nachrichten*, vol. XVI, page 350; vol. XVII, page 3, 81, 281, 311 et 317; et vol. XVIII, page 33). En effet, ces remarques portent non-seulement sur des phénomènes observés en novembre et en août, mais aussi (les miennes) sur d'autres que nous trouvons être arrivés:

» 1°. Vers la fin d'*avril* au moyen-âge, et le 12 *mai* dans le temps où nous vivons; et 2°, au mois de *février;* c'est-à-dire aux mêmes époques de l'année solaire que les événements dont parlent les chroniqueurs cités par M. Chasles. Bien loin d'atténuer l'attention que méritent les précieuses Notices dues à ce physicien, nos recherches antérieures me paraissent, au contraire, leur assigner une spécialité d'intérêt. Cependant, quant à l'étiologie que M. Chasles a publiée, j'avoue qu'elle me paraît inconciliable avec d'autres faits bien positifs, mentionnés dans un Mémoire de M. de Boguslawsky (*Astronom. Nachrichten*, vol. XVIII, page 33).

» Voici en quoi les vues et l'hypothèse contenues dans les Mémoires français diffèrent de celles qui me paraissent suggérées par l'ensemble des données jusqu'à présent recueillies:

» M. Chasles est d'avis que,

» 1°. Les abondantes chutes d'étoiles filantes arrivées en février durant les VIII^e^ et IX^e^ siècles de notre ère;

» 2°. Celles qu'il a trouvées consignées pour les mois d'avril dans des chroniques du XII^e^ siècle;

» Et 3°, celles enfin que nous observons actuellement au mois de novembre, n'ont été, ou ne sont, que des manifestations d'un seul et même courant d'astéroïdes, et notamment de celui que l'on est convenu de nommer *le courant de novembre* ou les *astéroïdes de novembre*.

» Les apsides de ce courant ou, ce qui est synonyme, l'intersection du plan qui le contient avec le plan de l'écliptique, pourraient, en effet, et sans aucun doute, être doués d'un mouvement continuel de rotation autour du Soleil, et, tout comme l'admet M. Chasles, la translation qui en résulterait sur l'écliptique pourrait être tellement sensible, que le passage de la Terre par une seule et même extrémité de ladite ligne, aurait successivement, et depuis le VIII^e siècle de notre ère jusqu'à nos jours, été retardé de février en avril, et de là en novembre.

» Mais cette hypothèse, irréprochable en elle-même, ne laisse pas cependant d'être en contradiction avec nos résultats précités sur le même sujet (le déplacement des nœuds du courant de novembre). Il suffira pour vous en convaincre de reproduire ici le tableau suivant de ces résultats, tel qu'il se trouve dans le Mémoire précité de M. de Boguslawsky.

» Une opposition (avec le Soleil) des astéroïdes de novembre, ou, ce qui est synonyme, un passage de la Terre par une même moitié de leur ligne d'apsides, a eu lieu :

ANNÉES.	DATES.	TEMPS MOYEN A ALTONA.
845 (vieux style)	16 octobre	12^h 0^m
1366 — —	24 octobre	13.5
1799 (nouveau style)	11 novembre	20.9
1832 — —	12 novembre	15.5
1833 — —	12 novembre	21.8
1834 — —	13 novembre	4.2
1836 — —	12 novembre	16.9
1838 — —	13 novembre	5 6
1839 — —	13 novembre	11.9

» Sans m'arrêter ici aux titres des chroniques qui attestent ces faits ni aux judicieuses remarques de M. de Boguslawski sur les erreurs probables

des observations qui nous les ont fait connaître, je me restreins à une seule conclusion capitale, à savoir que :

» La retardation lente et successive *du passage de la Terre par l'une des apsides du courant de novembre,* ne s'est montée en presque *dix siècles* (de 855 jusqu'en 1839) qu'à 22 *jours*.

» Elle est donc bien loin de nous autoriser à regarder comme résultats de *passages homologues* par le courant de novembre, des phénomènes observés, dans les premiers siècles de notre ère, *de* 260 *à* 270 *jours avant le* 12 *novembre*, et dans des époques déjà beaucoup plus rapprochées de notre temps, *de* 210 *à* 220 *jours avant la même date!*

» Telle est cependant l'hypothèse de M. Chasles, mentionnée dans le *Compte rendu des séances de l'Académie*, tome XII, page 509.

» Mais, me demandera-t-on, comment donc expliquer ces abondantes chutes d'étoiles filantes, arrivées les unes en février et les autres vers la fin d'avril? Comment surtout rattacher ces phénomènes, dont la connaissance est due à M. Chasles, à l'un des deux courants d'astéroïdes, aux manifestations actuelles desquels ils ressemblaient si fort par leur intensité et par leur répétition périodiques?

» Je ne doute pas, monsieur, que vous n'ayez déjà deviné ma réponse à ces questions, ou plutôt que vous ne la voyez toute faite d'avance, dans la Notice que j'ai eu l'honneur de présenter à votre Académie *sur les dépressions des températures atmosphériques* qui se reproduisent annuellement entre *le* 3 *et le* 17 *février*, et depuis *le* 11 *jusqu'au* 13 *mai*, et sur *les offuscations du soleil* qui ont à plusieurs reprises accompagné ces phénomènes thermiques.

» Je résumerai cependant en peu de mots les idées que je me suis faites en conséquence, sur la liaison respectivement existante entre les phénomènes de *mai* et de *février* d'une part, et les *deux courants d'astéroïdes* de l'autre. Les nouvelles données que nous devons à M. Chasles pourraient dès-lors vous sembler une heureuse confirmation de ces idées.

» Une fois que l'on a admis l'explication des phénomènes du 12 *novembre* et de ceux du 9 *au* 13 *août*, par deux courants d'astéroïdes distincts l'un de l'autre et tels que les petits corps qui font partie de l'un quelconque d'entre eux, décrivent autour du soleil des courbes planes à peu près semblables entre elles, on ne peut plus nier, sans se refuser à un conséquence géométrique, que de notre temps *le* 12 *mai* et les journées *du* 5 *au* 9 *février*, sont capables de nous offrir respectivement une seconde apparition

des astéroïdes de *novembre*, et une seconde apparition des astéroïdes du mois d'*août*.

» En effet, la Terre se trouvant dans ces dites époques de l'année (tout aussi bien que six mois plus tard en novembre et en août) sur la ligne d'intersection du plan desdits courants avec l'écliptique, il est de toute nécessité qu'il passe alors un grand nombre d'astéroïdes, ou bien :

» 1°. Entre nous et le soleil;

» 2°. Ou bien tout près et tout autour de la Terre, qu'ils envelopperaient tout comme en novembre et en août;

» 3°. Ou bien, enfin, en opposition avec le soleil et à de grandes distances qui pourraient nous les rendre invisibles.

» J'ai exposé dans la première Notice que j'ai eu l'honneur de vous adresser comment, chacune des deux premières éventualités m'ayant paru en elle-même tout aussi probable que la troisième, je me suis mis à la recherche de traditions historiques et d'observations de physique qui attesteraient peut-être la réalité de l'une d'elles, et comment en effet il s'est trouvé des faits que je n'ai plus hésité dès-lors à regarder comme une preuve de l'existence du premier cas (celui d'une conjonction ayant lieu le 12 mai) pour les astéroïdes de novembre. J'y ai cité de plus quelques autres faits qui rendaient probable que les astéroïdes du 10 août sont, vers le 8 février, sous des circonstances qui tiennent à la fois de la première et de la seconde desdites éventualités. Je veux dire que vers le commencement de février, la totalité du courant de ces astéroïdes d'août est dans une conjonction avec le soleil tellement rapprochée de la Terre, que, tout en lui dérobant *toujours* des rayons thermiques, ils y ont produit *quelquefois* des chutes simultanées d'étoiles filantes en grande abondance (*à Bari, en Italie, le* 12 *février v. st. de l'année* 1106).

» Ces résultats sont fondés, quant aux manifestations des astéroïdes de novembre (arrivées vers la fin d'avril au moyen-âge, et retardées depuis jusqu'au 12 mai) sur :

» 1°. Une *offuscation du soleil* en 1545, le 25 avril, v. st.;

» 2°. Une *offuscation du soleil* en 1706, le 12 mai, n. st.;

» 3°. Enfin sur la diminution des effets thermiques du soleil, attestée pour le 12 mai de presque chaque année, depuis 1719 jusqu'en 1839, par tous les journaux météorologiques que j'ai pu consulter.

» Nous ignorions cependant encore à quelle distance de la Terre arrivent ces conjonctions des astéroïdes de novembre, et c'est sous ce point de vue que les nombreuses apparitions d'étoiles filantes relatées au mois d'avril

par les chroniqueurs du moyen-âge, me paraissent éminemment importantes. En effet, à mesure que l'on se convaincra de leur production par le courant dit de novembre, ces phénomènes d'avril prouveront que durant les conjonctions d'alors, notre globe était enveloppé de certaines parties du courant dont la totalité lui dérobait, comme le 12 mai de nos jours, une partie des rayons calorifiques.

» Une conclusion analogue en tout point, et tout aussi naturelle, se rattachera très probablement aux importantes traditions découvertes par M. Chasles sur des averses de météores en février, avec la seule différence que l'observation de Bari nous faisait déjà attendre ces nouvelles preuves de la proximité des astéroïdes d'*août* durant leur conjonction en *février*.

» Je termine ces remarques par un tableau synoptique de toutes les manifestations du courant de novembre et du courant d'août parvenues à ma connaissance, en y comprenant tous les phénomènes du Catalogue français qui portent assez les caractères de fréquence et de périodicité, et j'ose espérer sur la coopération de votre Académie pour l'observation des abaissements de température qui caractérisent les 11, 12 et 13 mai et les premières semaines de février. C'est surtout dans l'*hémisphère austral* que ces observations sur les effets thermiques des courants d'astéroïdes sont encore à faire.

OPPOSITIONS (1).			CONJONCTIONS (2).		
ANNÉES ET DATES.	PHÉNOMÈNES.	RENVOIS.	ANNÉES ET DATES.	PHÉNOMÈNES.	RENVOIS.
1. COURANT DE NOVEMBRE.					
585, 21 à 23 octobre, v. st.	Étoiles filantes	Cat. de M. Chasles			
855, 17 et 16 octobre........	*Idem.*	Cat. de M. Chasles; Astron. Nachr.			
856, 17 octobre............	*Idem.*	Cat. de M. Chasles			
914, 14 octobre............	*Idem.*	Cat. de M. Chasles			
....	....	....	1095, 4 avril, v. st........	Étoiles filantes	Cat. de M. Chasles
....	....	....	1123, 4 avril..............	*Idem.*	Cat. de M. Chasles
1366, 24 octobre	*Idem.*	Astron. Nachr.			
....	....	....	1345, 25 avril............	Offuscation du soleil	Astron. Nachr.
....	....	....	1706, 12 mai, n. st........	*Idem* très forte	Astron. Nachr.
....	....	....	1749, 12 mai..............	Maximum de la dépression anomale des températures atmosphériques	Astron. Nachr., d'après les journaux météorologiques.
1799, 11 novembre, n. st.	*Idem.*	Astron. Nachr.			
1832, 12 novembre.........	*Idem.*	Astron. Nachr.....			
1833, 12 novembre.........	*Idem.*	Astron. Nachr.....			
1834, 13 novembre.........	*Idem.*	Astron. Nachr.....			
1836, 12 novembre.........	*Idem.*	Astron. Nachr.....			
1838, 13 novembre.........	*Idem.*	Astron. Nachr.....			
1839, 13 novembre.........	*Idem.*	Astron. Nachr.....	1840, 12 mai..............		
2. COURANT D'AOUT.					
855, août................	Étoiles filantes	Cat. de M. Chasles	763, février..............	Étoiles filantes	Cat. de M. Chasles
			836, février..............	*Idem.*	Cat. de M. Chasles
			838, 16 février, v. st.......	*Idem.*	Cat. de M. Chasles
			915, 2 février............	*Idem.*	Cat. de M. Chasles
			918, 1 février............	*Idem.*	Cat. de M. Chasles
			937, 14 février...........	*Idem.*	Cat. de M. Chasles
			1106, 22 février...........	Offuscation du soleil et étoiles filantes	Astron. Nachr.
			1208, 28 février...........	Offuscation du soleil	Astron. Nachr.
1800 . . . 1839, 9 à 12 août, n. st....	*Idem.*	Astron. Nachr.	1749 . . . 1839, 5 à 19 février, n. st.	Maximum de la dépression anomale des températures atmosphériques	Astron. Nachr., d'après les journaux météorologiques.

(1) Les averses d'étoiles filantes, dues à ces oppositions, ont de tout temps été renommées en *Écosse*, sous le nom de *larmes de Saint-Laurent*.

(2) Ces conjonctions sont renommées en *Allemagne* (la *Saint-Pancrace*), et en *Russie* (le 1er *de mai* de l'Église grecque), pour leur constante influence sur le temps.

N. B. Les phénomènes de *février* et *d'avril*, pour lesquels je viens de renvoyer aux *Astron. Nachr.*, sont aussi décrits dans le Mémoire qui a paru dans les *Annales de Physique de M. Poggendorf*.

Après avoir rendu compte à l'Académie de la Note précédente, M. **Arago** fait remarquer que les mouvements de précession, lents ou rapides, qui résultent des discussions auxquelles MM. Erman, Boguslawsky et Chasles se sont livrés, ne sauraient se concilier avec une découverte que M. Libri annonce avoir faite en étudiant les anciens auteurs italiens. « Dans les » *Scriptores rerum italicarum*, dit cet académicien, on trouve un grand » nombre d'observations météorologiques. Si je pouvais m'étendre sur ce » sujet, je donnerais une liste *de nombreuses étoiles filantes* qui ont été » observées, dans divers siècles, *vers le 12 novembre.* »

Supposons, comme le croit M. Libri, de *nombreuses* apparitions d'étoiles filantes vers le 12 novembre, bien constatées pour les siècles passés, et tout mouvement de précession disparaît. Il est donc vivement à désirer, dit M. Arago, que M. Libri publie le plus tôt possible les passages des auteurs italiens auxquels il a fait allusion. Sans cela, les lignes, extraites de l'*Histoire des sciences mathématiques en Italie*, qu'on vient de lire, pourraient entraver les progrès d'une branche très importante et très curieuse de la météorologie. Il est à remarquer, ajoute M. Arago, que la seule citation faite par M. Libri est, non d'un écrivain italien, mais de Grégoire de Tours. Cette citation, d'ailleurs, ne lui semble pas se rapporter à des étoiles filantes. Que dit, en effet, l'évêque de Tours? Que dans la nuit du 9 novembre de l'an 577, il apparut un grand prodige; qu'on vit une étoile briller au centre de la Lune; que d'autres étoiles parurent aussi un peu au-dessus et un peu au-dessous de la Lune; qu'enfin, autour de ce même astre, se forma le cercle qui souvent annonce la pluie.

Dans tout cela pas un seul mot d'où l'on puisse induire que les étoiles, parties intégrantes du prodige, se mouvaient, qu'elles étaient des étoiles *filantes*. Il serait inutile de se livrer à des conjectures touchant la prétendue étoile qui se projetait sur le centre de la Lune. Quant aux autres elles étaient, peut-être, des étoiles ordinaires, ou les parasélènes qui accompagnent assez souvent les halos.

(L'analyse de la réponse que M. Libri a faite aux observations de M. Arago ne nous est pas encore parvenue au moment de mettre cette feuille sous presse.)

PHYSIQUE. — *Sur la lumière de la pile.* — Extrait d'une Lettre de M. DE LA RIVE à M. *Dumas.*

« .... Je viens de faire quelques expériences avec une puissante pile voltaïque de Grove, qui me paraissent présenter quelque intérêt. Permettez-moi de vous rendre compte de quelques-unes d'entre elles. Je me suis d'abord assuré qu'en éclairant, dans une chambre complétement obscure, un buste en plâtre avec la lumière des pointes de charbon placées entre les pôles de la pile, on pouvait obtenir une empreinte du buste au daguerréotype. L'empreinte que j'ai obtenue n'était pas très forte, parce que je n'avais pas fait durer l'expérience assez longtemps et que la lumière n'avait pas toujours éclairé le buste également. L'expérience avait duré dix minutes. Ce résultat prouve donc que la lumière dont il s'agit a les mêmes propriétés que la lumière solaire et que, comme elle, elle conserve ces propriétés lors même qu'elle est réfléchie.

» J'ai constaté d'une manière positive que, soit dans l'air, soit dans le vide, il n'y a jamais d'arc lumineux entre les deux pointes de charbon avant qu'elles aient été en contact; mais une fois qu'elles se sont touchées et que le courant en les traversant les a fortement échauffées dans le voisinage de leur point de contact, on peut les écarter considérablement et continuer à voir entre elles un arc lumineux brillant. La production de cette lumière est accompagnée d'un transport considérable de molécules de charbon du pôle + au pôle —. Ce transport est surtout sensible dans le vide, vu que dans l'air une grande partie de ces molécules brûlent dans le trajet. Ce phénomène est lié au précédent en ce sens que, suivant moi, les pointes de charbon une fois échauffées par le courant qui a pu les traverser pendant qu'elles étaient en contact, ce même courant peut plus facilement détacher les molécules du pôle + pour les porter au pôle —, et établir ainsi entre les deux pointes une communication de matière pondérable qui transmet le courant. L'action de l'aimant sur l'arc lumineux que j'ai étudiée avec soin, fournit une preuve en faveur de mon assertion. En effet, l'aimant attire ou repousse, comme l'a découvert Davy, d'une manière prononcée l'arc lumineux; mais ce qu'il attire ou repousse c'est ce conducteur formé de la série des particules de carbone transportées d'un pôle à l'autre et traversées par le courant. Aussi fait-il cesser la lumière et le courant, en éloignant trop les unes des autres les particules

qui le transmettent dès qu'on ne le tient pas extrêmement près de l'arc lumineux.

» La lumière qui est développée dans l'arc lumineux n'est nullement polarisée, du moins je n'ai pu y trouver aucune trace de polarisation; je crois que M. Arago avait déjà fait cette remarque. Ce résultat négatif me paraît d'accord avec l'idée que je viens d'émettre, que l'arc lumineux n'est que le résultat de l'incandescence poussée au plus haut degré des molécules ou atomes de carbone très éloignées et indépendantes les unes des autres, et formant le conducteur discontinu qui unit les deux pôles; car dès que le corps rendu incandescent par le courant est un corps solide continu comme un fil de platine, il présente de la lumière polarisée.

» J'ai substitué aux pointes de charbon d'autres substances dont l'état de cohésion fut assez faible pour permettre, comme pour le charbon, un transport de particules, par exemple du platine spongieux, du cuivre pulvérulent réduit par l'hydrogène tassé dans un tube, etc. J'ai obtenu constamment dans ces cas un arc lumineux semblable à celui que j'avais avec les pointes de charbon, sur lequel l'aimant agissait de même, etc. Mais, pour obtenir cet arc il fallait que le platine spongieux, par exemple, fût au pôle positif; peu importait qu'il y eût au négatif du platine spongieux ou du platine ordinaire en fil ou en lame; si le platine spongieux était au pôle négatif et qu'il y eût au positif du platine ordinaire forgé, il n'y avait pas d'arc lumineux : preuve nouvelle que l'arc est bien dans ce cas, comme dans les autres cas semblables, dû à l'incandescence des particules pondérables transportées du pôle + au pôle —. On voit d'ailleurs le morceau d'éponge de platine qui est au pôle + se creuser comme le fait la pointe de charbon.

» Ces diverses expériences, dont le détail se trouvera dans le Mémoire que j'imprime, m'ont rappelé celles de Priestley sur l'étincelle électrique qu'on tire des conducteurs des machines ordinaires, et dont le résultat semblait également conduire à l'idée que la lumière de ces étincelles était due aux particules métalliques détachées des conducteurs, que la chaleur rendait incandescentes, et qui, dans l'air, éprouvaient la combustion. Priestley a montré d'une manière évidente ce transport des particules métalliques par l'étincelle électrique. L'aigrette lumineuse qui accompagne le dégagement de l'électricité positive ne serait ainsi qu'un effet du transport des particules pondérables qui a lieu du pôle (+) au pôle (—).

» En faisant avec le platine spongieux les expériences dont j'ai parlé plus haut, j'avais senti de temps à autre une odeur semblable à celle que

M. Schoenbein a étudiée récemment, et qu'il a cru devoir attribuer à un principe particulier qu'il a nommé *ozone*. J'avais aussi depuis longtemps remarqué cette odeur dans l'éprouvette où l'on recueille l'oxigène qui se dégage au pôle + d'une pile employée à la décomposition de l'eau; mais je n'avais pas songé à en rechercher la cause avant le travail remarquable que M. Schoenbein a fait sur ce sujet. J'avoue que, jusqu'à présent, je ne puis admettre l'explication qu'il donne de ce phénomène. Je suis plutôt disposé à l'attribuer à l'effet de particules très subdivisées (pour ainsi dire *atomiques*) de platine oxidé que le courant détache en sortant du pôle +, soit dans l'air, soit dans l'eau qu'il décompose. Les expériences de M. Schoenbein sont toutes favorables à cette explication, que confirment d'autres expériences diverses que j'ai moi-même faites. Ainsi l'on voit au bout de quelque temps, lorsqu'on a décomposé l'eau par une forte pile, un dépôt d'une poussière noire de platine qui se précipite au fond du vase; on aperçoit même, dans le gaz oxigène qui se dégage, une espèce de fumée qui pourrait bien être due à cette matière très divisée que le gaz entraîne. Enfin on n'obtient d'odeur qu'autant que le courant qui sort du pôle (+) est gêné dans sa sortie, et a par conséquent plus de force, étant concentré sur un plus petit nombre de points, pour entraîner le métal. Si la pile est très forte, le conducteur de platine qui, plongeant dans le liquide, sert de pôle positif, peut être étendu sans que l'odeur cesse de se développer; cependant elle est plus forte si le conducteur n'a pas trop de surface. Mais si la pile est faible, le même fil de platine qui servait de pôle positif ne développe pas d'odeur, et en donnera immédiatement une très forte dans les mêmes circonstances si on l'introduit dans un tube de verre, de manière que le courant soit obligé de sortir uniquement par son extrémité.

» Je crois également que c'est aux matières pondérables excessivement divisées, transportées par l'étincelle électrique et par la foudre, qu'on doit attribuer l'odeur qui les accompagne. Des essais que j'ai faits pour obtenir cette odeur avec différents métaux m'ont semblé prouver qu'elle variait un peu avec la nature de chaque métal employé, quoique étant toujours de même genre : ce qui n'est pas étonnant.

» Peut-être me suis-je trop étendu sur ce qui précède. Mais ce sujet me paraît toucher à une grande question, celle des rapports qui existent entre la matière pondérable et l'électricité. Il me semble en particulier destiné à éclaircir le problème : *Y a-t-il lumière produite par l'électricité directement*

sans l'intervention de particules pondérables? Problème dont la solution est prématurée, mais devrait être plutôt négative, s'il fallait absolument se prononcer actuellement.

» Je ne vous fatiguerai pas du détail des nouvelles expériences que j'ai faites pour montrer l'oxidation du platine et de l'or, et expliquer ainsi soit les courants secondaires que produisent ces métaux quand ils ont servi à décomposer l'eau comme pôles d'une pile, soit l'apparence pulvérulente que prend leur surface quand ils ont transmis dans l'eau où ils plongent une série de courants instantanés et dirigés alternativement en sens contraires.

» Ces détails se trouvent dans le Mémoire dont je vous ai déjà parlé. Je me bornerai à vous faire part encore seulement de l'un des résultats que j'ai obtenus en étudiant comparativement l'action du courant d'une même pile à force constante, en l'employant, tantôt sous sa forme ordinaire, c'est-à-dire à l'état de courant continu, tantôt au moyen d'un commutateur auquel j'imprimais un mouvement de rotation, sous la forme ou à l'état de courant discontinu et dirigé alternativement en sens contraires. Je me suis assuré que l'effet des diaphragmes métalliques interposés sur la route du courant dans le liquide qu'il parcourt, qui est si considérable pour diminuer son intensité quand ce courant est continu, devient nul ou à peu près nul quand le courant est discontinu et dirigé alternativement en sens contraires. Cette expérience, que j'ai faite avec des diaphragmes de plusieurs espèces de métaux exige pour réussir une pile qui ait une tension assez forte. Elle prouve que la propriété qu'ont les diaphragmes de diminuer l'intensité du courant est due aux altérations chimiques que leurs surfaces éprouvent; mais dès que le courant est discontinu et dirigé alternativement en sens contraires, chacune des deux surfaces des diaphragmes éprouve alternativement deux actions chimiques contraires qui se détruisent l'une l'autre, et alors rien n'arrête la transmission du courant. Aussi, plus ces courants, discontinus et dirigés alternativement en sens contraires, se succèdent rapidement, plus l'effet négatif des diaphragmes devient évident.

» On peut, en faisant usage de ce genre de courants, annuler complétement la perte d'intensité qu'éprouve l'électricité dynamique en passant d'un conducteur solide dans un liquide et réciproquement; et on peut s'assurer de cette manière, contrairement à l'opinion reçue, que dans bien des cas les liquides conduisent mieux l'électricité que les métaux. En voici un exemple : deux lames de platine de 4 pouces carrés de surface chacune plongent dans de l'acide sulfurique étendu de 9 fois son volume d'eau dis-

tillée, et à une distance l'une de l'autre de 3 à 4 lignes. On les met dans le circuit d'un courant qui traverse également le fil de platine d'un pyromètre qu'il réchauffe et dont on peut mesurer le réchauffement par sa dilatation. Le courant, dans ce cas, fait marcher le pyromètre de 0 à 17°; ce même courant, en traversant un gros fil de platine de ½ ligne de diamètre et de 1 pied de longueur substitué au conducteur liquide, fait marcher le pyromètre à 20°. On fait agir le commutateur de manière à rendre le courant discontinu et dirigé alternativement en sens contraires; aussitôt il ne fait plus marcher le pyromètre qu'à 17° au lieu de 20°, quand on met dans son circuit le fil de platine de ½ ligne de diamètre et de 1 pied de longueur, et il le fait marcher de 20° au lieu de 17, quand on met dans le circuit, au lieu du fil de platine, l'eau acidulée et les deux lames de platine qui y plongent. Ainsi voilà ce liquide, moins bon conducteur que le fil de platine avec le courant continu, qui devient au contraire meilleur avec le courant discontinu et dirigé alternativement en sens contraires. Cette différence est due à ce que, dans le second cas, l'influence du passage de l'électricité du conducteur solide dans le liquide, et réciproquement du liquide dans le solide, est devenue nulle ou à peu près nulle, tandis qu'elle était très considérable dans le premier cas.

» Ainsi disparaît jusqu'à un certain point l'analogie qu'on avait cherché à établir par les expériences relatives à l'effet des diaphragmes entre le calorique et la lumière d'une part, et l'électricité en mouvement d'autre part. C'est à un effet du même genre qu'on doit aussi attribuer l'espèce d'interférences que j'avais cru trouver dans la rencontre de deux courants électriques, et dont j'ai publié les détails il y a trois ans. Je dois même dire que c'est en étudiant ce phénomène, dont j'ai constaté la parfaite exactitude, et que j'ai réussi à reproduire sous différentes formes, que j'ai été conduit aux résultats qui précèdent et qui donnent l'explication de l'influence des diaphragmes.

» Je ne puis m'empêcher d'observer en terminant cette trop longue communication, que plus on étudie les phénomènes que présente l'électricité, plus on arrive à reconnaître que cet agent diffère dans la forme sous laquelle il se présente à nous, de la lumière et du calorique, quoiqu'il ait avec eux des rapports intimes. Ainsi, tandis que la lumière et le calorique peuvent, à l'état rayonnant, se manifester indépendamment de la matière pondérable, l'électricité me paraît ne pouvoir jamais en être isolée. Il semblerait qu'elle est la forme sous laquelle la matière impon-

dérable (l'*éther*) se présente dans son union avec la matière pondérable. Mais je me laisse aller à des considérations théoriques bien prématurées sur un sujet dans lequel l'expérience doit parler encore longtemps avant de permettre à la théorie de faire entendre sa voix d'une manière un peu assurée.... »

M. ARAGO rectifie une erreur, certainement involontaire, que M. de la Rive a commise en attribuant d'une manière absolue à M. Davy la découverte de l'action de l'aimant sur l'arc lumineux de la pile. Voici une Note que M. Arago avait *publiée* avant la lecture à la Société royale du Mémoire de l'illustre chimiste anglais.

» Les expériences de M. Œrsted me paraissent pouvoir être répétées dans » une circonstance qui ajouterait encore à l'intérêt qu'elles doivent inspirer, » en nous faisant faire un pas de plus vers l'explication du phénomène, » jusqu'ici si incompréhensible, des aurores boréales.

» Il existe, à l'Institution royale de Londres, une pile voltaïque composée » de 2000 doubles plaques de quatre pouces en carré. En se servant de ce puis- » sant appareil, sir Humphry Davy a reconnu qu'il se produit une décharge » électrique entre deux pointes de charbon adaptées aux extrémités des con- » ducteurs positif et négatif, alors même que ces pointes sont encore dis- » tantes l'une de l'autre de $\frac{1}{30}$ ou $\frac{1}{40}$ de pouce. Le premier effet de la dé- » charge est de rougir les charbons : or, aussitôt que l'incandescence est » établie, les pointes peuvent être graduellement éloignées jusqu'à quatre » pouces, sans que pour cela la lumière intermédiaire se rompe. Cette lu- » mière est extrêmement vive, et plus large dans son milieu qu'à ses extré- » mités : elle a la forme d'un arc.

» L'expérience réussit d'autant mieux que l'air est plus raréfié. Sous une » pression d'un quart de pouce, la décharge d'une pointe de charbon à » l'autre commençait à la distance d'un demi-pouce; ensuite, en éloignant » graduellement les charbons, sir Humphry Davy obtint une flamme pour- » pre continue, et qui avait jusqu'à *sept pouces de longueur*.

» Il est sans doute très naturel de supposer qu'un tel courant électrique » agira sur l'aiguille aimantée tout comme s'il se mouvait le long d'un fil » conjonctif métallique; néanmoins l'expérience me semble mériter d'être » recommandée aux physiciens qui ont à leur disposition des piles voltaï- » ques d'une grande force, surtout à cause des vues qu'elle peut faire » naître relativement aux aurores boréales. Ne serait-ce pas d'ailleurs, in-

» dépendamment de toute application immédiate, un phénomène digne de » remarque que la production dans le vide ou dans l'air très raréfié, » d'une flamme qui, agissant sur l'aiguille aimantée, serait à son tour » attirée ou repoussée par les pôles d'un aimant? »

MÉTÉOROLOGIE OPTIQUE. — *Sur un arc-en-ciel engendré par la lumière provenant d'un nuage; par* M. DE TESSAN. (Communiqué par M. *Arago*.)

« L'observation suivante, que j'ai eu l'occasion de faire il y a déjà plusieurs années, me semble prouver évidemment qu'un nuage peut être suffisamment éclairé, pour que la lumière diffuse qu'il émet puisse produire des ombres.

» Me trouvant sur la terrasse des Tuileries, dite du bord de l'eau, j'aperçus, dans l'est, deux magnifiques arcs-en-ciel, l'un sur l'autre; séparés au plus de 2 ou 3 degrés, ils paraissaient concentriques et avaient tous les deux leurs couleurs rangées dans le même ordre de superposition que celles des arcs-en-ciel ordinaires. Ces couleurs étaient seulement un peu moins intenses dans l'arc supérieur que dans l'autre.

» Je regardai vite vers l'ouest, pour voir la cause de ce phénomène singulier, et j'aperçus dans le vertical du soleil, à 2 degrés environ au-dessous de cet astre, la partie supérieure d'un *cumulus* si vivement éclairée, que l'œil ne pouvait en supporter l'éclat presque égal à celui du soleil lui-même. C'était évidemment là la cause de l'arc-en-ciel supérieur, l'autre étant produit, comme à l'ordinaire, par le soleil. Trop occupé de ce qui se passait dans les régions supérieures, je ne pensai pas à constater l'existence de deux ombres portées par les corps terrestres non verticaux; mais il me semble qu'on ne peut guère douter qu'il n'en fût ainsi, vu la grande intensité des rayons émis par le nuage.

» Il me paraît toutefois bien difficile d'expliquer l'observation faite par M. Alexis Perrey à Langres, par l'intensité seule de la lumière émise ou réfléchie par les nuages; car, d'après la description du phénomène, la ligne qui, passant par Langres, joignait les nuages du S.-E. à ceux du N.-O., devait être convexe vers la terre, et c'est là l'opposé de ce qui arrive généralement aux trajectoires lumineuses dans l'atmosphère. »

M. RAFN, en adressant à l'Académie, au nom de la Société royale des Antiquaires du Nord, un supplément aux *Antiquitates americanæ* (voir

au *Bulletin bibliographique*), donne une idée des questions qui sont traitées dans ce supplément. Après avoir appelé l'attention sur les ruines d'un édifice qui se voient encore aujourd'hui à Rhode-Island, et que l'on attribue aux expéditions scandinaves antérieures à l'époque de Colomb, M. Rafn revient sur une question qu'il avait déjà traitée dans le volume précédent, la détermination approximative de la latitude de ce *Vinland* où s'étaient établis les Scandinaves. Suivant l'interprétation qu'il donne de certains passages d'anciens documents, la durée du jour le plus court dans ce pays aurait été de neuf heures; d'où il résulterait que la latitude du lieu de l'observation serait de 41°24′ environ. Ainsi la partie de la côte dont il est question, appartiendrait au golfe appelé aujourd'hui *Mount-Hope Bay*.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Remarques à l'occasion d'une lettre de* M. Péclet. — Extrait d'une Lettre de M. **Pelletan**.

« .... M. Péclet me reproche d'avoir cité comme de lui un chiffre qui appartient à M. Clément. C'est une erreur que j'ai commise, je suis forcé d'en convenir. J'ai supposé que M. Péclet était l'auteur des expériences sur la transmission de la chaleur, sur lesquelles il a fondé tous les préceptes qu'il donne aux constructeurs d'appareils de distillation et d'évaporation; j'ai eu tort, et je m'empresse de reconnaître que ces expériences sont réellement de M. Clément.

» Quant aux travaux de M. Péclet postérieurs à la publication de son *Traité de la Chaleur*, et dont je ne pouvais, dit-il, ignorer l'existence, si je ne les ai pas cités c'est qu'ils m'ont paru n'avoir aucune espèce de rapport avec le problème d'évaporation dont je m'occupais, car M. Péclet s'est astreint à élever la température d'un liquide au moyen d'un autre liquide; il a trouvé que la transmission à travers le métal devenait d'autant plus prompte, que le déplacement des molécules liquides était plus rapide, au point que l'influence du coefficient de conductibilité du métal disparaissait à côté de celle de l'agitation.

» Malheureusement M. Péclet a renoncé à faire ses expériences dans les cas où les corps changent d'état : d'une part, il n'a pas voulu employer la fusion de la glace; de l'autre part, il n'a pas porté son liquide à l'ébullition, et c'est précisément à raison du changement d'état que mes résultats diffèrent de ceux qu'on a précédemment publiés, car, lorsqu'une molécule li-

quide en contact avec le métal chauffé prend tout-à-coup, en se réduisant en vapeur, cinq fois et demie la capacité calorifique qu'elle avait, son déplacement, accéléré d'ailleurs par sa grande légèreté spécifique, devient beaucoup moins important que dans les cas où M. Péclet a opéré.

» Quant aux expériences de MM. Thomas et Laurens, dans lesquelles un mètre carré de surface de chauffe a évaporé 400 kil. d'eau à l'heure, c'est une circonstance que plusieurs appareils ont présentée fortuitement, que j'ai rencontrée moi-même plusieurs fois, mais qui n'a jamais été réalisée constamment et méthodiquement. Je n'aurais pas osé citer à l'Académie des résultats accidentels et que je n'aurais pas été certain de reproduire à volonté : c'est pourquoi je me suis borné à affirmer que mes appareils *peuvent* évaporer 15 kil. d'eau par mètre carré de surface de chauffe, pour une différence de 4° centigrades; qu'en employant le jet de vapeur, ces appareils réalisent une économie de plus des deux tiers du combustible, et qu'enfin ils sont de nature à fonctionner par l'intermédiaire d'une force mécanique quelconque. »

M. Coulier adresse quelques considérations sur l'eau considérée comme boisson; il insiste sur les avantages qu'on trouverait à faire usage d'eau distillée, non-seulement à bord des navires, mais encore dans différents lieux où des maladies graves sont généralement attribuées, par les médecins, à l'usage d'une eau impure. Des expériences qu'il a faites récemment le portent à ne pas attacher une grande importance, sous le rapport hygiénique, à l'absence d'air dans les eaux récemment distillées.

Une personne qui signe du nom de Francis adresse, à l'occasion de la polémique entre MM. *Burdin* et *Fourneyron*, une Lettre qui ne paraît pas de nature à être renvoyée à la Commission chargée de se prononcer sur la question en litige.

M. Nasi, attaché à l'ambassade de Sardaigne, adresse le programme d'un monument qu'on se propose d'élever, au moyen de souscriptions, à la mémoire de J.-B. *Beccaria*, dans la ville de Mondovi, patrie de ce célèbre physicien.

M. Hart écrit relativement à un *météore lumineux* qu'il dit avoir observé, dans la journée du 1er au 2 de ce mois, entre deux et trois heures de l'après midi.

M. VALLET adresse une Note sur le *mouvement diurne* du *baromètre*.

M. DE BARRUEL DE BEAUVERT transmet un numéro du *Journal de Marennes*, dans lequel il a montré que la substance jaune pulvérulente qu'on a vue tomber avec la pluie, dans le mois d'avril, n'est pas du soufre, comme on l'a dit dans un précédent numéro de ce journal, mais du pollen de différents conifères dont la floraison correspond à cette époque.

M. DE POMARÈDE adresse un *paquet cacheté*.
L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 5 heures. A.

ERRATA. (Séance du 10 mai 1841.)

Page 846, ligne 14, *au lieu de* 90, *lisez* 12
Page 867, ligne 26, *au lieu de* piatrique, *lisez* pratique.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 19, in-4°.

Annales des Sciences naturelles; janvier 1841, in-8°.

Remarques sur l'origine des substances minérales contenues dans les Végétaux et les Animaux; par M. VIREY; ¼ de feuille in-8°.

Coup d'œil historique et statistique sur le Texas; par M. H. FOURNEL; in-8°.

Traité de Pathologie iatrique ou médicale et de Médecine pratique; par M. PIORRY; 6e livraison, in-8°.

Revue critique des Livres nouveaux; rédigée par M. CHERBULIEZ; 9e année, n° 5; 1841, in-8°.

Revue progressive d'Agriculture, de Jardinage, d'Économie rurale et domestique; mai 1841, in-8°.

Paléontologie française; par M. ALCIDE D'ORBIGNY; 18e liv., in-8°.

Journal de Pharmacie et des Sciences accessoires; mai 1841, in-8°.

Le Technologiste; mai 1841, in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; mai 1841, in-8°.

Description des Cancellaires fossiles des terrains tertiaires du Piémont; par M. L. BELLARDI. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences de Turin,* 2e série, tome III.) Turin, in-4°.

Italicorum amphibiorum genera et species; in-fol., tableau et planches.

The Edinburgh.... *Nouveau journal philosophique d'Edimbourg;* janvier à avril 1841, n° 60, in-8°.

The seventh... 7e *Rapport annuel de la Société Polytechnique de Cornouailles;* année 1839; Falmouth, in-8°.

Supplement... *Supplément aux* Antiquitates americanæ, *publié sous les auspices de la Société des Antiquaires du Nord; par* M. C.-C. RAFN; Copenhague, 1841, in-8°. (En anglais.)

Gelehrte... *Nouvelles scientifiques, publiées par les Membres de l'Académie royale des Sciences de Bavière;* tome VII à XI; Munich, 1838 à 1840, in-8°.

Abhandlungen... *Mémoires de la classe de Philosophie et de Philologie de l'Académie royale des Sciences de Bavière;* IIe vol., 2e et 3e partie, Munich, 1838; et IIIe vol., 1re partie; Munich, 1840; in-4°.

Abhandlungen... *Mémoires de la classe Physique et Mathématique de l'Académie royale des Sciences de Bavière,* IIIe vol., 1e partie; Munich, 1840, in-4°.

Physikalisch... *Recherches physiques-astronomiques sur le système du Monde; par* M. A. Boduzynski; Leipsig, 1838, in-8°.

Zum andenken... *Éloge historique de Blumenbach; par* M. Marx; Gottingue, 1840, in-4°.

Prospetto... *Prospectus pour une amélioration dans l'art séricicole, à l'usage des éleveurs de Vers à soie; par* M. Ormea; Turin, 1841, in-16.

Gazette médicale de Paris; tome IX, n° 20, in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n° 58—60.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 202, in-8°.

La France industrielle; jeudi 13 mai 1841.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 MAI 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

RAPPORTS.

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Rapport sur des observations de* M. Rochet, d'Héricourt, *concernant la Géographie physique, la Météorologie et la Géologie de quelques parties des bords de la mer Rouge et de l'Abyssinie.*

(Commissaires, MM. Brongniart, Élie de Beaumont, Dufrénoy, rapporteur.)

« M. Rochet, guidé par l'amour de la science, avait formé le projet d'explorer l'Abyssinie dans toute son étendue. Des circonstances ne lui ont pas permis de le réaliser dans son entier. Après avoir descendu la mer Rouge jusqu'au détroit de Bal-el-Mandel, M. Rochet est entré dans le royaume d'Adels, qu'il a traversé du N.-E. au S.-O., pour se rendre ensuite dans le royaume de Choa. Le souverain de cette contrée a accueilli notre compatriote avec beaucoup de bienveillance et lui a fourni les moyens matériels de remplir la mission qu'il s'était donnée; l'entretenant à ses frais dans sa capitale, il a mis à sa disposition de nombreuses escortes pour l'accompagner dans ses excursions. Malheureusement pour la science, M. Rochet n'avait pour instruments qu'une simple boussole avec alidade et un thermomètre, circonstances qui l'ont empêché de donner à ses observations

toute la précision désirable. Néanmoins son voyage fournira encore à la géographie des données précieuses en fixant approximativement la position d'un grand nombre de lieux jusqu'ici inconnus, ou placés d'une manière très erronée sur les cartes de cette partie de l'Afrique. La géologie y puisera également quelques renseignements utiles sur lesquels nous allons fixer spécialement l'attention de l'Académie.

» Les bords de la mer Rouge, dans les environs de Toujourra, sont formés d'un terrain très moderne, composé en partie d'une argile calcaire contenant un grand nombre de coquilles, et qui atteint jusqu'à 40 ou 50 mètres de hauteur. Malgré cette élévation, la présence de coquilles (1) toutes semblables à celles qui vivent actuellement dans les mers d'Afrique, ainsi que nous l'indiquons dans une note ci-jointe, nous fait penser que le tuf argilo-calcaire dont M. Rochet a reconnu l'existence sur plus de douze lieues d'étendue, appartient à l'époque actuelle, et qu'il est le produit d'encroûtements analogues à ceux signalés depuis long-temps sur beaucoup de points de la Méditerranée et de la mer Rouge. A peine M. Rochet avait-il quitté les bords de la mer, qu'il fut obligé de traverser une chaîne

(1) Coquilles trouvées à une demi-lieue au N.-O. du village de Toujourra, dans une roche calcaire en décomposition, élevée de 40 à 50^{m} au-dessus du niveau de la mer.

Solarium perspectivum...	Lamk.....	Coquille vivante dans l'Océan indien.
Rostellaria curvirostris....	Lamk.....	Coquille vivante dans l'océan des Moluques.
Strombua gibberulus......	Lamk.....	Coquille vivante dans les mers de l'Inde et des Moluques.
Terebra flammea?.....	Lamk.....	Coquille vivante dans les mers de l'Inde et fossile en Italie.
Conus Aldovrandi.......	Brocchi...	Fossile en Italie.
Conus virginalis.........	Brocchi...	*Idem.*
Voluta coronata?........	Brocchi...	*Idem.*
Ostrea imbricata........	Lamk.....	Coquille vivante dans l'Océan des grandes Indes.
Tridacna squamosa......	Lamk.....	*Idem.*
Cardita intermedia......	Lamk.....	Coquille vivante dans les mers de la Nouvelle-Hollande et fossile en Italie.
Venus rugusa?.........	Gmel.....	Coquille vivante dans les mers de l'Inde et fossile en Italie.
Cardium rugusum.......	Lamk.....	Coquille vivante dans les mers de l'Inde.
Arca diluvii...........	Lamk.....	Coquille vivante dans la mer Rouge, fossile en Italie et dans le sud de la France.
Pectunculus......................		N'a pu être assimilé à aucune espèce ni vivante ni fossile.

de collines assez élevées, dont la couleur, la nature des roches et la disposition du sol lui rappelèrent tout d'abord les terrains volcaniques de l'Italie, qu'il avait visités à plusieurs reprises.

» Ces roches volcaniques recouvrent la surface de la plus grande partie du pays d'Adel que M. Rochet a parcourue. Il cite cependant dans plusieurs localités la présence du granite, du gneiss et de terrains tertiaires, de sorte qu'il paraîtrait que cette contrée, formée, comme l'Auvergne, de terrains anciens au milieu desquels il existerait quelques petits bassins tertiaires, aurait été traversée en tout sens par des éruptions volcaniques. Le manque absolu d'échantillons ne nous permet pas d'émettre une opinion certaine sur la nature de ces terrains volcaniques; toutefois plusieurs faits signalés par M. Rochet nous font présumer qu'il existe à la fois des terrains trachytiques et des volcans récents. L'existence de ces derniers est certaine; la seule inspection des dessins exécutés sur les lieux par M. Rochet, ne laisse aucun doute à cet égard. Ils offrent des coulées semblables aux chères de l'Auvergne et du Vésuve.

» Près d'Alexitane, on voit même s'élever plusieurs petits cônes tronqués de 10 à 12 mètres de haut, enveloppés de tous côtés par une lave vitrifiée, hétérogène; ces petits cônes sont la représentation fidèle des bouches qui s'ouvrent dans quelques éruptions sur les flancs des volcans brûlants et par lesquels la lave se déverse.

» Les principaux lieux du pays d'Adel, où M. Rochet signale ce genre de volcans, sont Alexitane, Gagade, Nechellé et Ségaddara. Près de ce dernier village, il existe un plateau volcanique qui domine le pays sur plus de 50 lieues de circonférence. La couleur sombre du sol, l'absence presque complète de végétation sur toute cette vaste étendue, montrent que tout ce pays a été en proie aux actions volcaniques.

« J'ai, dit M. Rochet, visité le Vésuve, Stromboli et l'Etna; la lave de
» tous ces volcans réunie ne peut servir de terme de comparaison pour
» celles que ma vue embrassait du haut du plateau de Ségaddara. »

» Les terrains tertiaires sont fréquemment mélangés aux roches volcaniques; ces dernières, arrivées au jour à une époque postérieure au dépôt de ces terrains, les ont soulevés et portés quelquefois à des hauteurs assez considérables.

» M. Lecocq, qui, sur notre demande, a bien voulu se charger de la détermination du peu de fossiles que M. Rochet a rapportés, regarde comme appartenant au terrain tertiaire inférieur le calcaire argilo-siliceux qui occupe une surface assez considérable à Gaubade, dans le désert des

Adels, à 25 lieues au sud-sud-ouest de la baie de Toujourra. Le *Cerithium subpunctatum*, qui se trouve à Grignon et à Houdan, caractérise le calcaire de Gaubade, dans lequel il existe avec une profusion telle, que M. Rochet a pu en ramasser plusieurs poignées sans aucune recherche. Il est à regretter que nous ne puissions fonder ce rapprochement curieux que sur un seul fossile. Le terrain tertiaire inférieur, si puissant dans le terrain de Paris, n'est connu dans le midi de la France qu'aux environs de Bordeaux, et nous ne croyons pas qu'on ait encore cité cette formation dans aucun point du bassin de la Méditerranée.

» Les terrains volcaniques se prolongent jusqu'au royaume de Choa, mais ils sont exclusivement concentrés dans les provinces est de cet état, c'est-à-dire dans celles qui sont limitrophes d'Adel. M. Rochet y signale, à 19 lieues à l'est d'Ankobar, capitale de ce royaume, outre plusieurs volcans éteints, un *volcan en combustion* nommé *Dofâne*.

» D'après la description qu'il donne et que nous transcrivons, le Dofâne nous paraît être plutôt une *solfatare* analogue à celle de Pouzzoles qu'un volcan proprement dit.

« Il constitue une montagne isolée au bord d'une grande plaine formée » de roches trachytiques décomposées en partie par le feu. Ce volcan n'est » percé à l'intérieur que d'un seul cratère sur les parois duquel il se dé- » pose des plaques de soufre qui offrent toutes les nuances depuis le jaune » le plus clair jusqu'au rouge-brun. La bouche de ce volcan vomit cons- » tamment de la vapeur et de la fumée. »

» Le sol du royaume de Choa est particulièrement formé de roches granitiques; les montagnes qui le circonscrivent presque de tous côtés, tempèrent beaucoup la chaleur de ce climat africain; les pluies abondantes qui reviennent périodiquement deux fois chaque année, permettent de faire par an deux moissons de céréales.

» M. Rochet a joint à son Mémoire plusieurs tableaux contenant des observations thermométriques faites avec soin; il a en outre donné la température d'un assez grand nombre de sources chaudes, lesquelles sont fort abondantes dans la partie est du royaume de Choa et dans le pays d'Adel. Il en cite trois à Fine-Fini, situées à 20 lieues à l'ouest d'Ankobar, dont l'eau, qui en jaillit à grands jets comme au Geyser, en Islande, possède une température de 80° Réaumur.

» L'ensemble de circonstances que nous venons de résumer nous paraît indiquer que dans la contrée explorée par M. Rochet, il existe un foyer

volcanique encore en activité. De nouvelles observations montreront si ce foyer volcanique se rattache à celui déjà connu sur les côtes de l'Arabie.

» Il résulte de cet exposé succinct, que, bien qu'incomplet, le voyage de M. Rochet présente un véritable intérêt, en ce qu'il nous fournit des documents sur une contrée où jusqu'ici aucun géologue n'avait pénétré. M. Caillaud n'avait pas dépassé le Sennaar, et les observations si curieuses de M. Russigner se rapportent principalement à la partie de l'Afrique comprise entre le Darfour et l'Abyssinie.

» M. Rochet se propose de faire un second voyage dans l'Abyssinie; les relations qu'il y a établies lui en fournissent les facilités. Le séjour qu'il a fait en Europe lui a en outre permis de se livrer à quelques études qui rendront ce second voyage plus profitable aux sciences. Le zèle et le dévouement de ce jeune voyageur nous paraissent devoir être encouragés par l'Académie; il serait également très heureux s'il pouvait emporter quelques instruments qui lui manquent et dont nous joignons la liste à la fin de ce Rapport.

» Votre Commission vous propose en conséquence:

» 1°. De remercier M. Rochet d'Héricourt de la communication intéressante qu'il vous a faite sur son voyage en Abyssinie;

» 2°. Qu'il soit donné, comme encouragement à ce jeune voyageur, les instruments suivants:

» Une boussole à niveau;

» Une boussole de voyage;

» Deux baromètres de hauteur;

» Quatre thermomètres pour mesurer la température du sol;

» Un sextant;

» Un horizon artificiel;

» Et deux niveaux d'eau. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

GÉOLOGIE. — *Rapport sur une communication géologique de M. le docteur* **Le Guillou.**

(Commissaires, MM. Cordier, Élie de Beaumont rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, M. Cordier et moi, de prendre connaissance d'une lettre qu'elle a reçue dans la dernière séance, de M. le docteur Le Guillou, chirurgien-major de *la Zélée*, l'une des deux corvettes de la dernière expédition dirigée par M. Dumont-d'Urville.

» Cette lettre est relative aux observations géologiques que M. Le Guillou a faites dans deux des contrées les plus intéressantes explorées par l'expédition, savoir, au détroit de Magellan et à la pointe méridionale de la Tasmanie ou terre de Van-Diemen.

» Sur les côtes du détroit de Magellan, M. le docteur Le Guillou a visité quatre localités principales: le port Galant, le port Saint-Nicolas, le port Famine et le hâvre Pecket. Il y a reconnu quatre terrains bien distincts.

» 1°. Des roches de la classe de celles qu'on appelle primitives;

» 2°. Des roches schisteuses, calcaires et arénacées en couches inclinées, de la classe des terrains secondaires;

» 3°. Des assises presque horizontales de roches marneuses et arénacées, dont quelques unes renferment un grand nombre de cailloux roulés, et d'autres des lignites: elles sont probablement tertiaires;

» 4°. Des dépôts d'alluvion.

» M. Le Guillou a en outre observé des blocs erratiques jusqu'à une grande hauteur au-dessus du niveau de la mer.

» Les couches secondaires du port Saint-Nicolas et du port Famine ont présenté à M. Le Guillou des couches minces de calcaire compacte, gris-brunâtre, alternant avec des couches schisteuses, le tout recouvert par des grès et de grandes masses de poudingues. Il a recueilli dans les trois premières de ces roches différents fossiles, tels que de grosses hamites, un petit fossile discoïde qui ressemble à une ammonite, des fragments de coquilles fibreuses qu'on peut assimiler à des catillus et des bivalves analogues à des lingules. Les premiers de ces fossiles rappellent ceux qui caractérisent les terrains crétacés inférieurs, tant en Europe que dans l'Amérique du Nord. Leur comparaison avec les fossiles des terrains crétacés inférieurs, signalés depuis quelques années en différents points des Andes de l'Amérique méridionale et particulièrement au Chili, présentera un véritable intérêt. Les dépôts tertiaires observés par M. Le Guillou ne sont peut-être eux-mêmes que le prolongement des terrains tertiaires si remarquables qui constituent le sol des côtes de la Patagonie et celui des pampas de Buenos-Ayres; l'étude comparative des collections de M. Le Guillou et de celles que M. Alcide d'Orbigny a rapportées de la Bolivie et de la république Argentine, éclairera vraisemblablement plusieurs points importants de la science. Les roches des quatre classes indiquées ci-dessus se succèdent de l'ouest à l'est sur les rivages du détroit de Magellan, à peu près dans l'ordre où elles se succéderaient dans une anse transversale de l'Amérique du Sud, depuis les rivages du Chili jusqu'à l'embouchure de la Plata.

» Dans la partie méridionale de la Tasmanie, ou terre de Van-Diemen, aux environs de Hobart-Town, M. Le Guillou a trouvé des calcaires, des grès, des roches argileuses de diverses natures, à stratification tantôt concordante, tantôt discordante, ainsi que des masses remaniées (conglomérats et sables). Il rapporte des échantillons d'un terrain présentant des associations de fossiles qui paraissent nouvelles; il a recueilli dans des calcaires compactes gris et dans des grès jaunâtres qui alternent régulièrement avec eux, en couches légèrement inclinées, des spirifers de diverses espèces, des productus, des coquilles turbinées analogues, les unes à des evomphalus et les autres à des trochus; des polypiers réticulés aplatis, ayant la forme de flustres. On serait tenté de rapporter ces fossiles, surtout les premiers, aux terrains de transition; mais ils sont accompagnés de grands peignes striés, d'un facies beaucoup plus moderne, engagés dans les mêmes échantillons. Le cassage de ces échantillons, dont plusieurs sont très volumineux, mettra probablement à découvert des individus mieux caractérisés que ceux que l'on voit actuellement, et une bonne description de ces fossiles, accompagnée de figures soignées, sera pour la paléontologie un document aussi précieux que nouveau.

» M. Le Guillou a encore recueilli dans la même série de couches des empreintes végétales qui, quoique incomplètes, rappellent les équisitacés de nos terrains houillers.

» Enfin dans un calcaire jaunâtre plus moderne, d'apparence lacustre, il a découvert des impressions de feuilles dicotylédonées et des cavités ellipsoïdales qui semblent dues à des fruits durs ou à des œufs.

» On peut encore citer, au nombre des objets curieux rapportés par M. Le Guillou de la Tasmanie, un tronc d'arbre silicifié, de la plus belle conservation, trouvé dans une position verticale, au milieu d'une roche amygdaloïde.

» M. Le Guillou a aussi recueilli sur les côtes de la Tasmanie de nombreux échantillons de roches hypersthéniques et basaltoïdes. Plusieurs de ces roches sont fort belles et intéressantes par leur gisement; elles prendront un nouveau degré d'intérêt, s'il peut être permis à M. Le Guillou de les comparer aux roches du même genre qui ont été recueillies en différents points de ces parages par les diverses expéditions françaises qui les ont parcourus depuis celle du capitaine Bodin.

» Indépendamment des documents relatifs au détroit de Magellan et à la Tasmanie, M. Le Guillou a mis sous nos yeux les notes qu'il a recueillies sur beaucoup d'autres points, le catalogue raisonné des échantillons qu'il

a rassemblés dans tout le cours de l'expédition, et la collection qu'il a déposée dans les galeries du Muséum. Cette collection se compose de plus de 3,000 échantillons que M. Le Guillou a recueillis non-seulement sur les plages où il a abordé, mais même sur des montagnes assez élevées et assez avancées dans les terres, avec un zèle et une activité que vos Commissaires ne se sont pas lassés d'admirer.

» Nous pensons que les amis des sciences doivent desirer la publication complète des observations de M. Le Guillou et que les ressources dont le Ministère de la Marine dispose si libéralement en faveur des voyages de circumnavigation ne sauraient être mieux appliquées. Cette publication ne doit pas se réduire à une simple nomenclature, elle exige une élaboration qui ne peut manquer d'être longue. M. Le Guillou doit étudier, nommer, décrire ses roches et ses fossiles; il doit en outre les comparer non-seulement aux collections d'Europe, mais aussi à celles que ses devanciers ont recueillies sur tant de plages lointaines et déposées comme lui au Muséum d'Histoire naturelle. Cette comparaison ne peut être bien faite qu'à la condition préalable d'être faite à loisir; il est d'ailleurs impossible que le travail de M. Le Guillou se termine avant celui de ses compagnons de voyage, puisqu'il consistera en partie à placer sur les plans nautiques et topographiques dont l'expédition a rapporté les éléments, les couleurs géologiques qu'il a étendues sur des croquis pris à la hâte pendant les relâches.

» Si M. le Dr Le Guillou était obligé de reprendre dans un bref délai son service dans les ports, les espérances que nous fait concevoir l'abondance de ses matériaux s'évanouiraient en grande partie; il lui resterait le mérite d'avoir enrichi le Muséum d'une suite nombreuse d'échantillons, mais ses notes et ses souvenirs seraient perdus pour la science. Nous pensons qu'ils doivent au contraire fournir la base d'une des parties essentielles de la publication à laquelle l'expédition des corvettes *l'Astrolabe* et *la Zélée* va probablement donner lieu. Si l'Académie sanctionnait le témoignage favorable que ses Commissaires croyent devoir rendre aux travaux commencés par M. Le Guillou, M. le contre-amiral Dumont-d'Urville, dont le zèle pour tout ce qui pouvait contribuer au succès des expéditions qu'il a dirigées a reçu d'une manière si constante le suffrage de ses compagnons, s'empressera sans doute de prendre près du Ministère de la Marine les mesures nécessaires pour ne pas être privé d'un collaborateur aussi utile que M. Le Guillou. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

GÉOMÉTRIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. STEINER, *intitulé :* Sur le maximum et le minimum des figures dans le plan, sur la sphère et dans l'espace en général.

(Commissaires, MM. Cauchy, Sturm, Liouville rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, M. Cauchy, M. Sturm et moi, de lui faire un rapport sur un Mémoire de M. Steiner, relatif aux maxima et minima des figures géométriques. Ce Mémoire roule principalement sur les figures planes et sphériques que l'auteur traite à la fois par une méthode simple et uniforme : c'est la première partie d'un travail très étendu qu'il publiera bientôt et où il développera d'autres méthodes à l'aide desquelles on peut aborder les questions analogues pour des aires ou des volumes quelconques.

» Après avoir rappelé que sur un plan, 1° le triangle isoscèle est maximum entre tous les triangles de même base et de même périmètre; 2° le triangle rectangle est maximum entre tous les triangles qui ont deux côtés donnés, M. Steiner observe que le premier de ces deux théorèmes s'étend de lui-même à la sphère, mais que le second doit être, comme on sait, un peu modifié, le triangle *maximum* étant alors celui dont l'angle compris entre les côtés donnés, est non pas droit, mais égal à la somme des angles à la base; et pour le faire voir il se sert d'une belle propriété des triangles sphériques de même base et d'aires équivalentes que Lexell avait démontrée en partie, mais qui se trouve ici complétée d'une manière très heureuse. Des calculs de Lexell, fondés sur les formules de la trigonométrie, résultait en effet cette conséquence, que les sommets des triangles sphériques dont il s'agit sont tous situés sur une circonférence de cercle. Or la méthode purement géométrique et bien plus simple de M. Steiner prouve, en outre, que cette circonférence passe toujours par les deux points diamétralement opposés aux extrémités de la base. Ainsi complété par un énoncé plus précis, le théorème de Lexell devient tout à la fois plus élégant et beaucoup plus utile.

» Déjà M. Steiner en avait fait la base d'un Mémoire *relatif à la transformation et à la division des figures géométriques*, qui a paru en 1827, dans le Journal de M. Crelle, et qui avait pour but de rapprocher les opérations de la géométrie sphérique de celles de la géométrie plane. Dans le Mémoire dont nous rendons compte aujourd'hui, ce même théorème sert aussi à

rendre semblables entre elles, et pour ainsi dire identiques, les démonstrations pour les figures planes et celles pour les figures sphériques. Aussi l'auteur se borne le plus souvent à énoncer les théorèmes pour les figures planes : quand on passe ensuite aux figures sphériques, on a à peine besoin de changer çà et là quelques mots.

» Après avoir établi les lemmes préliminaires que nous venons de rapporter, M. Steiner s'occupe de la démonstration d'un théorème qu'il nomme *théorème principal*, et qui mérite en effet ce nom, puisque l'auteur en tire presque immédiatement tous les autres. Il s'agit de trouver la courbe fermée qui, sous un périmètre donné, comprend la plus grande aire possible. L'aire d'une figure quelconque étant toujours contenue dans celle du cercle décrit d'un des points de son périmètre comme centre avec un rayon égal à la moitié de ce périmètre, il s'ensuit qu'avec un périmètre donné l'aire ne peut pas grandir au-delà d'une certaine limite : il y a donc une ou plusieurs figures pour lesquelles l'aire est la plus grande possible, et l'on voit d'abord que ces figures ne peuvent avoir aucune partie rentrante, puisqu'en remplaçant chaque partie rentrante par une partie égale en saillie on agrandirait l'aire sans allonger le périmètre. En général, la figure maximum doit jouir de cette propriété qu'on ne puisse pas en augmenter l'aire en altérant sa forme sans augmenter son périmètre. On sait du reste, depuis longtemps, que cette figure maximum est un cercle; mais la démonstration très directe, très rigoureuse et parfaitement simple de M. Steiner, mérite d'être rapportée.

» Partons d'un point A pris à volonté sur le périmètre d'une figure maximum; transportons-nous, le long de ce périmètre, jusqu'au point B qui le partage en deux parties d'égales longueurs : la droite AB devra partager aussi l'aire de la figure en deux parties α, β équivalentes entre elles, car si l'une de ces deux parties (α par exemple) était plus grande que l'autre, il suffirait de la reproduire de l'autre côté de AB pour obtenir une aire 2α plus grande, sous un périmètre égal, que la primitive $(\alpha + \beta)$, qu'on prétendait être un maximum.

» Il faut donc admettre que la droite AB, qui divise en deux parties d'égales longueurs le périmètre de la figure maximum, partage aussi en deux parties équivalentes l'aire de cette figure. Cela étant, je prends sur l'une des moitiés du périmètre, sur celle qui termine la partie α par exemple, un point M quelconque que je joins aux deux extrémités A et B de la base par deux droites AM, BM, et je dis que le triangle ainsi obtenu sera rectangle en M. Car dans le cas contraire, on aurait une figure isopérimètre plus

grande que 2α, c'est-à-dire plus grande que la figure *maximum*, en construisant avec les deux côtés AM et BM du triangle AMB un nouveau triangle, rectangle en M, reproduisant ce triangle symétriquement de l'autre côté de AB, puis ajoutant en saillie, sur les côtés AM, AM et BM, BM de nos deux triangles rectangles, les segments placés sur les côtés de même nom dans la figure primitive. La figure ainsi obtenue aura évidemment un périmètre égal au périmètre de la figure primitive, et en même temps elle aura une aire plus grande, car sa moitié au-dessus de AB surpasse la moitié α de la figure primitive, le triangle rectangle AMB étant plus grand que le triangle non rectangle qui a les deux mêmes côtés AM, BM.

» Ainsi tous les triangles qu'on peut construire en joignant un point M quelconque du périmètre aux extrémités de la base fixe A B sont rectangles en M : ce périmètre est dès-lors une circonférence de cercle décrite sur AB comme diamètre, C. Q. F. D.

» La démonstration que nous venons de donner est relative aux figures planes. Pour l'étendre aux figures sphériques, il suffit de changer les droites AB, AM, BM en des *arcs* de grand cercle, et de remplacer conformément à ce qu'on a dit plus haut, les mots *triangle rectangle* par ceux-ci : *triangle dont l'angle au sommet est égal à la somme des angles à la base.* Ce dernier triangle jouit au reste, comme le triangle rectangle plan, de cette propriété que le cercle circonscrit ou qui passe par les trois sommets a son centre au milieu de la base.

» Les exemples suivants montreront avec quelle facilité le théorème principal conduit l'auteur aux théorèmes connus sur les polygones plans ou sphériques, théorèmes que l'on place ordinairement et très mal à propos avant celui-là.

» Inscrivons dans un cercle un polygone quelconque, puis comparons ce polygone à tous les polygones inscriptibles ou non qu'on pourrait construire avec les mêmes côtés en altérant d'une manière quelconque et la grandeur des angles et l'ordre dans lequel les côtés se succèdent. L'aire commune de tous les polygones inscrits sera un *maximum*, car sans cela, en appliquant sur les divers côtés d'un polygone non inscriptible ayant une aire plus grande, les segments correspondants du cercle primitif, on formerait une figure nouvelle ayant un périmètre égal au périmètre de ce cercle et une aire plus grande, ce qui est absurde.

» Donc *tout polygone maximum entre ceux que l'on peut construire avec des côtés donnés, est inscriptible dans un cercle.*

» D'ailleurs, si l'on compare les divers polygones de même périmètre et

d'un nombre donné de côtés, il est aisé de voir que le plus grand parmi eux a tous ses côtés égaux ; en effet, si deux côtés consécutifs étaient inégaux, on agrandirait l'aire du polygone en remplaçant par un triangle isoscèle de même base et de même périmètre, le triangle non isoscèle formé par les deux côtés dont il s'agit et par la droite qui joint leurs extrémités.

» On voit par-là que, *de tous les polygones isopérimètres d'un nombre donné de côtés, celui dont l'aire est la plus grande doit à la fois être inscriptible au cercle et avoir ses côtés égaux. Ce polygone maximum doit donc être régulier.*

» Pour comparer les polygones réguliers entre eux, et pour prouver qu'à périmètre égal, l'aire de ces polygones augmente en même temps que le nombre de leurs côtés, M. Steiner observe, avec raison, qu'un polygone régulier de cinq côtés, par exemple, peut être considéré comme un hexagone irrégulier dont un côté est nul, ou dont deux côtés sont en ligne droite; remarque bien simple, à laquelle certains auteurs n'ont suppléé que par de longs raisonnements ou de longs calculs.

» On établira tout aussi aisément les propriétés de maximum dont jouit la partie de cercle comprise entre deux ou plusieurs cordes et les arcs intermédiaires.

» Pour les polygones circonscrits, on a des théorèmes analogues aux précédents, mais qui paraissent d'abord plus difficiles à démontrer, surtout pour la sphère. Cependant, après avoir établi certaines propositions préliminaires très simples, M. Steiner n'a besoin que de quelques lignes pour exposer complétement et avec clarté chacune de ses démonstrations. Il traite avec le même bonheur les questions les plus composées ; l'enchaînement des propositions est si naturel, qu'il devient souvent inutile d'ajouter à l'énoncé une démonstration en règle. Les théorèmes découlent, pour ainsi dire, spontanément les uns des autres, et l'on est bien surpris de trouver à la fin presque évidentes les belles propositions contenues dans les dernières pages du Mémoire, propositions dont on a pu lire les énoncés dans un de nos *Comptes rendus* (séance du 15 mars 1841). Ces mêmes propositions, isolées du reste de l'ouvrage et présentées à part, auraient assurément offert de grandes difficultés aux plus habiles géomètres, surtout s'ils avaient voulu les aborder par les méthodes analytiques. Ajoutons toutefois que ces méthodes, dont M. Steiner n'a point fait usage, trouveront aussi leur emploi dans ce genre de questions. Elles serviront à approfondir certains détails pour lesquels la méthode purement géométrique semble insuffisante. L'auteur le reconnaît lui-même. Quoiqu'il ait

cultivé plus spécialement les méthodes géométriques, il se garde bien d'être exclusif; il sait rendre aux méthodes analytiques une justice entière : « Je crois, dit-il avec raison, que la méthode analytique et la méthode » géométrique, loin de s'exclure et de se repousser mutuellement, sont » au contraire toutes deux indispensables pour vaincre les grandes diffi- » cultés de la matière, et conduire ainsi à la solution des nombreux » problèmes qui restent encore à traiter : une fois le but atteint, il sera » toujours temps de comparer entre elles les deux méthodes et les services » qu'elles auront pu rendre. »

» On voit assez par ce qui précède, quelle est notre opinion sur le Mémoire de M. Steiner. Dans les ouvrages qu'il a publiés antérieurement, l'auteur a pu résoudre des problèmes plus difficiles, et arriver à des théorèmes d'une nouveauté plus originale; sans sortir des questions de *maximum*, ses belles recherches sur les épicycloïdes en offrent un exemple; mais nulle part il n'a pu donner des démonstrations plus simples, plus élégantes, mieux enchaînées, plus dignes d'être introduites immédiatement, comme un complément nécessaire, dans les traités de Géométrie. Nous pensons donc que son Mémoire doit être approuvé par l'Académie, et inséré dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. FONTAN *relatif à la composition des eaux minérales de l'Allemagne, de la Belgique, de la Suisse et de la Savoie.*

(Commissaires, MM. Thenard, Élie de Beaumont, Pelouze, Dumas rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Thenard, Élie de Beaumont, Pelouze et moi, d'examiner le Mémoire de M. Fontan dont nous venons de rappeler le titre et de lui en rendre compte; c'est un devoir que nous venons remplir.

» L'auteur, voué par position et par goût à l'étude des eaux minérales, est déjà connu du monde savant par un travail général sur les eaux minérales des Pyrénées, dont il a éclairé la composition à divers égards. Mais tandis que dans l'étude des eaux des Pyrénées, il n'avait affaire qu'à des eaux sulfureuses plus ou moins modifiées, son nouveau travail embrasse une grande variété de produits.

» Pour faciliter l'étude et la distinction des diverses sources que M. Fontan

a observées soit en Belgique, soit en Allemagne, soit en Suisse, soit en Savoie, il les a classées en plusieurs divisions, savoir :

Eaux ferrugineuses, gazeuses ou crénatées,
— chloro-natreuses,
— natro-gazeuses,
— chloro-natro-gazeuses,
— gypseuses,
— iodurées et bromurées,
— salines.

» Il a reconnu que toutes ces sources, dans des circonstances particulières, étaient susceptibles de devenir sulfureuses, mais dans des proportions extrêmement variables. Tantôt elles ne renferment que des traces à peine perceptibles de principes sulfureux, tantôt elles en sont chargées en proportions assez considérables pour rivaliser avec des sources naturelles très riches; mais le plus souvent elles contiennent le soufre dans des proportions moyennes qui n'avaient pas toujours été justement appréciées et qui en général étaient fort exagérées, à les estimer par le goût ou l'odorat.

» Dans le but de mieux distinguer des sources sulfureuses entre elles, M. Fontan les a séparées en deux grandes catégories : les *eaux sulfureuses naturelles* et les *eaux sulfureuses accidentelles*.

» *Les eaux sulfureuses naturelles* sont celles qui sortent vraiment sulfureuses des *roches primitives*, et probablement telles aujourd'hui qu'elles étaient le jour où se sont produites les chaînes de montagnes d'où elles naissent; soustraites aux causes extérieures d'altération, elles présentent une température constante et une invariabilité absolue dans les proportions de leur principe sulfureux.

» Les *eaux sulfureuses accidentelles* sont celles qui acquièrent cette qualité par la décomposition d'un de leurs principes sous l'influence de matières organiques en décomposition, et qui par conséquent varient avec les circonstances qui amènent ou éloignent ces matières. Celles-ci ne sortent jamais des roches primitives.

» Presque toujours c'est le sulfate de chaux qui joue ici le rôle essentiel; décomposé par la matière organique, il se convertit peu à peu en sulfure de calcium, qui à son tour donne naissance à du carbonate de chaux et à de l'hydrogène sulfuré quand le liquide vient à se mettre en rapport avec l'acide carbonique.

» Toutes les eaux étudiées antérieurement par M. Fontan, dans les Py-

rénées, étaient, à deux ou trois exceptions près, des *sources sulfureuses naturelles;*

» Toutes celles qu'il a étudiées soit en Allemagne, soit en Belgique, soit en Suisse, soit en Savoie, semblent être *sources sulfureuses accidentelles,* et il n'hésite pas à affirmer qu'il en sera toujours ainsi des sources qui ne sortent pas de la roche primitive.

» Voici par quels caractères se distinguent les *sources sulfureuses naturelles* des *sources sulfureuses accidentelles :*

» 1°. Les eaux sulfureuses naturelles naissent toutes dans le terrain primitif, ou sur les limites de ce terrain et du terrain de transition; si, par accident on les voyait sortir d'un terrain récent, il serait facile d'en retrouver l'origine dans le terrain primitif situé au dessous;

» Les eaux sulfureuses accidentelles naissent dans le terrain secondaire ou tertiaire.

» Bien entendu qu'on n'entend pas trancher ici une question dont la solution serait prématurée Ce que l'auteur nomme *eaux sulfurées accidentelles* consiste manifestement en eaux chargées de sulfates qui ont été convertis en sulfures par une matière organique.

» Ce qu'il appelle *eaux sulfurées naturelles* renferment aussi des sulfates, des sulfures et des matières organiques. Ainsi la même réaction pourrait s'y être passée; les sulfures pourraient dériver des sulfates réduits par la matière organique, et l'eau des mers serait peut-être l'état primordial des eaux de cette sorte.

» Mais tandis que dans les eaux sulfurées accidentelles nous connaissons l'état de ces eaux antérieur à leur sulfuration, quand il s'agit des eaux sulfurées naturelles, cet état primordial serait une pure hypothèse, que nous ne pouvons pas vérifier.

» 2°. Les eaux sulfureuses naturelles naissent seules, éloignées de toutes autres sources, et contiennent une très petite proportion de substance saline autre que le principe sulfureux; et toujours, dans les Pyrénées, les substances salines des eaux sulfureuses naturelles sont du sulfate de soude, du chlorure de sodium, du silicate de soude, sans sulfate ni chlorhydrate de chaux, ni de magnésie.

» Les eaux sulfureuses accidentelles contiennent en général une forte proportion de substances salines, de sulfate de chaux et de magnésie, avec des chlorhydrates de ces bases, et quelquefois d'autres substances. Ces sources sourdent, le plus souvent, près de sources salines qui ont la même composition qu'elles et dont elles dérivent, et souvent elles se trouvent dans le voisinage de sources ferrugineuses crénatées.

» Toutes ces circonstances se rattachent au même point de vue, qui reconnaîtrait dans la production des sources sulfurées accidentelles un phénomène superficiel, consistant essentiellement dans la réduction des sulfates terreux, tandis que dans les sources naturelles, les phénomènes, en les supposant les mêmes, se passent plus profondément et s'exercent sur des sulfates alcalins.

» 3°. Les sources sulfureuses naturelles naissent le plus souvent chaudes, et dans *chaque localité*, s'il existe plusieurs sources, c'est la *plus chaude* qui est la plus sulfureuse, et qui devient d'autant plus sulfureuse qu'on la cherche plus profondément.

» Les sources sulfureuses accidentelles naissent le plus souvent froides, et si elles sont chaudes, elles deviennent d'autant plus sulfureuses qu'elles se refroidissent davantage dans chaque localité ; et plus on se rapproche des sources principales, moins elles sont sulfureuses.

» Voici du reste un tableau qui résume, rapportées à une unité commune, les quantités de soufre à l'état de sulfure ou d'hydrogène sulfuré existant dans les principales sources tant des Pyrénées que des localités plus récemment étudiées par l'auteur. Il s'est servi dans ces dosages de l'excellent procédé de M. Dupasquier.

LOCALITÉS.	SOURCES.	TEMPÉRATURE.	IODE.	SULFURE de sodium.
			gr.	gr.
Luchon	Bayen	66° 50	0,23040	0,0690
Luchon	Bain	57,20	0,15040	0,0460
Barèges	Grande douche	44,25	0,13200	0,0410
Barèges	B. l'entrée	39,50	0,10000	0,0311
Barèges	La Chapelle	30,00	0,05400	0,0167
Saint-Sauveur	Douches	34,55	0,07600	0,0236
Saint-Sauveur	Bain n° 6	33,90	0,07400	0,0229
Luchon	Blanche	36,00	0,07000	0,0217
Luchon	Finas	33,00	0,06500	0,0195
Luchon	Froides	16,00	0,00000	......
Eaux chaudes	Chat	36,00	0,03800	0,0117
Eaux chaudes	Epuisette	33,50	0,03200	......
Aix en Savoie	Eau de soufre	40,50	0,03400	0,0105
Aix en Savoie	Eau d'alun	42,50	0,00800	0,0024
Eaux-Bonnes	Saint-Vialle	33,00	0,07500	0,0235

» Toutes ces circonstances sont faciles à expliquer. La source de Louesch, par exemple, qui n'est pas sulfureuse, mais qui renferme du sulfate de chaux, devient sulfureuse lorsque les baigneurs y demeurent plongés, comme ils le font, pendant cinq ou six heures de suite. Ils fournissent eux-mêmes la matière organique qui réduit le sulfate de chaux en sulfure.

» Ainsi, les sources sulfureuses accidentelles ont besoin de rencontrer la matière organique; elles l'empruntent au sol dans leur trajet, et deviennent, en s'éloignant de leur origine, de plus en plus froides et sulfureuses.

» Mille exemples confirment et expliquent cette conversion facile du sulfate de chaux en sulfure de calcium, du sulfure de calcium en carbonate de chaux et hydrogène sulfuré.

» Ainsi, quand on met de l'eau chargée de sulfate de chaux en contact avec du bois, il s'y développe du sulfure: c'est ce qui arrive en mer, pour les eaux douces embarquées dans des tonneaux;

» Ainsi, quand des plâtres se trouvent en contact avec des matières organiques, il s'en dégage de l'hydrogène sulfuré, il s'y forme des dépôts de soufre.

» L'association des sulfates et du soufre est donc très facile à comprendre, soit dans les phénomènes naturels, soit dans les produits des arts.

» 4°. Le gaz qui se dégage spontanément des sources sulfureuses naturelles est de l'azote pur; celui qui se dégage par l'ébullition est de l'azote mêlé de traces d'hydrogène sulfuré;

» Le gaz qui se dégage des sources sulfureuses accidentelles spontanément est un mélange d'acide carbonique, d'hydrogène sulfuré et d'azote; celui qui se dégage par l'ébullition est aussi un mélange de ces trois gaz.

» L'intervention à peu près constante de l'acide carbonique dans les gaz dégagés des sources accidentellement sulfureuses, explique comment il se fait que ces sources renferment de l'hydrogène sulfuré libre.

» Les chimistes savent que les sulfures solubles sont décomposés par l'acide carbonique, et qu'il en résulte des carbonates et de l'hydrogène sulfuré. Il n'est donc pas surprenant que les eaux acidulées par l'acide carbonique renferment toujours de l'hydrogène sulfuré indépendamment des sulfures.

» 5°. Les sources sulfureuses naturelles contiennent, en dissolution, une quantité notable d'une substance azotée qui se dépose quelquefois sous forme de gelée et qu'on a désignée sous le nom de *barégine*.

» Les sources sulfureuses accidentelles ne contiennent pas de barégine;

quand elles contiennent une matière organique, cette substance est de l'acide crénique.

» Ainsi, par exemple, les eaux des Pyrénées déposent à l'abri de l'air et de la lumière une matière en gelée : c'est la barégine. A l'air il s'en développe une autre en filaments, que l'auteur a nommée *sulfuraire*.

» Les eaux d'Aix en Savoie, que l'auteur regarde comme accidentelles, et qui ont été étudiées avec tant d'habileté par M. Bonjean, à qui l'on en doit une analyse complète, n'offrent point de barégine. Il s'y trouve bien, dans les parties exposées à l'air, une substance en membranes granulaires mêlée avec des fibres de sulfuraire, mais pas de barégine proprement dite (1).

» Indépendamment de ces caractères, bien suffisants pour établir une ligne de démarcation entre les eaux sulfureuses naturelles et les eaux sulfureuses accidentelles, l'auteur a remarqué encore que les premières sont, en général, très sulfureuses, tandis que les secondes le sont fort peu; et que, lorsqu'elles le sont d'une manière notable, comme à Schenznach et à Enghien, c'est toujours du sulfure de calcium qu'elles renferment et qui est joint à une grande quantité de sulfate de chaux.

» Ces caractères nouveaux ou déjà connus, mais mieux groupés; ces divers faits confirment et complètent d'une manière concluante toutes les données établies précédemment par l'auteur dans ses recherches *sur les eaux des Pyrénées*, et celles qui reposent sur les recherches que M. Henry fils a si bien exécutées près de nous sur les eaux d'Enghien. Elles reposent sur une suite d'observations recueillies par l'auteur avec un zèle extrême, car il a été lui-même étudier toutes ces eaux minérales sur place.

» Nous venons vous proposer d'encourager l'auteur à poursuivre cette comparaison des eaux minérales, qui peut être si profitable aux études géologiques et médicales, et de décider que le Mémoire dont nous venons de

---

(1) M. Fontan a trouvé dans toutes les eaux sulfureuses accidentelles dont la température était au-dessous de 50°, de la sulfuraire blanche quand cette eau coulait à l'ombre et au contact de l'air, tandis que si elle coulait dans des points frappés par les rayons solaires, cette sulfuraire n'avait pas toujours la couleur blanche et n'était pas pure : elle était mêlée d'oscillaires d'une extrême ténuité et d'une couleur brunâtre. Il a trouvé également dans les sources salines, salées ou natreuses, diverses espèces de conferves, d'oscillaires et d'autres animalcules variant suivant la constitution chimique de l'eau et suivant la température. Il ne faut pas confondre tous ces produits organiques consécutifs avec la barégine, qui en est bien distincte.

vous rendre compte sera admis à faire partie du *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

ARITHMÉTIQUE. — *Addition au Rapport sur une méthode de calcul présentée à l'Académie par* M. **Thoyer**, employé à la Banque de France.

(Commissaires, MM. Liouville, Cauchy rapporteur.)

« En rendant compte d'un Mémoire présenté à l'Académie par M. Thoyer, nous avons dit que, pour réduire à l'addition le calcul des intérêts produits par divers capitaux, en des temps divers, par exemple, le calcul des escomptes journellement acquis à la Banque de France sur des sommes prêtées par elle et dont le remboursement doit avoir lieu à diverses échéances, il suffisait de construire deux tableaux dont les modèles seraient joints à notre Rapport. (Ces tableaux n'ont pu paraître dans le *Compte rendu* de la séance où avait été lu le rapport (*); nous allons les donner ici, page 946.) Pour les bien comprendre, on devra se rappeler que chaque jour la Banque de France prête à diverses personnes et au taux de 4 pour 100 par an, ou plus exactement de $\frac{1}{9000}$ par jour, différentes sommes dont chacune doit être remboursée au plus tard au bout de trois mois. Donc, pour calculer les escomptes journellement acquis à la Banque de France, il suffirait de multiplier le montant des capitaux qui doivent être remboursés à une même échéance par le nombre de jours qui doivent s'écouler jusqu'à l'époque du remboursement; puis, d'ajouter les produits ainsi obtenus, et correspondants aux diverses échéances; et enfin de diviser par 9000 la somme totale de ces produits. Mais, quelque simples que soient les opérations que nous venons d'énoncer, elles peuvent être remplacées par d'autres plus simples encore, que les deux tableaux permettent d'effectuer très facilement. En effet, chaque capital étant prêté par la Banque pour trois mois au plus, le nombre des jours qui produiront intérêt se trouvera constamment exprimé par un ou deux chiffres. La question sera donc de calculer la somme des produits formés avec des multiplicandes quelconques qui représenteront les divers capitaux remboursables à des échéances diverses, et avec des multiplicateurs dont chacun sera un nombre composé généralement de deux chiffres, savoir de dizaines et d'unités, le chiffre des dizaines pouvant quelquefois se

(*) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* tome XII, page 245.

réduire à zéro. Or, dans le premier tableau, qui ressemble à une table de multiplication, et qui a été imaginé par M. Thoyer, chacun des multiplicandes donnés occupe une case comprise à la fois dans deux colonnes, l'une horizontale, l'autre verticale, en avant ou au-dessus de laquelle on lit le chiffre des dizaines ou le chiffre des unités du multiplicateur. Ainsi, en particulier, le multiplicande 79351, compris dans la colonne horizontale que précède le chiffre 5, et dans la colonne verticale que surmonte le chiffre 2, représente un capital de 79351 fr. prêté par la Banque pour 52 jours, c'est-à-dire, 1° pour 2 jours, 2° pour 5 dizaines de jours. Pareillement, chacun des multiplicandes renfermés dans la colonne verticale que surmonte le chiffre 2, représentera un capital prêté, 1° pour deux jours; 2° pour une ou plusieurs dizaines de jours. Au contraire chacun des multiplicandes renfermés dans la colonne horizontale que précède le chiffre 5, représentera un capital prêté, 1° pour un certain nombre de jours inférieur à 10, et par conséquent exprimé par un seul chiffre; 2° pour 5 dizaines de jours. Cela posé, concevons que l'on ajoute entre eux les multiplicandes renfermés dans une même colonne verticale ou horizontale. La somme partielle ainsi obtenue, par exemple, la somme 2794834 placée au bas de la colonne verticale que surmonte le chiffre 2, ou la somme 913559 placée à la suite de la colonne horizontale que précède le chiffre 5, représentera, dans le premier cas, un capital prêté pour 2 jours, dans le second cas un capital prêté pour cinq dizaines de jours. Donc les vingt sommes partielles, placées au bas ou à la suite des dix colonnes verticales ou horizontales, représenteront, les dix premières, des capitaux prêtés pour un nombre de jours inférieur à 10, par conséquent pour un nombre de jours exprimé par l'un des chiffres

$$0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9;$$

et les dix dernières des capitaux prêtés pour un nombre de dizaines de jours qui sera encore exprimé par l'un de ces mêmes chiffres. Mais l'intérêt que produit un capital prêté pour une seule dizaine de jours est aussi l'intérêt que produirait un capital dix fois plus grand, prêté pour un seul jour. Donc, dans les opérations qu'exige le calcul des intérêts, on pourra remplacer le capital prêté pour 5 dizaines de jours par un capital dix fois plus considérable prêté pour 5 jours seulement. On pourra donc faire abstraction de la somme partielle 913559, et généralement de toutes les sommes partielles placées à la suite des colonnes horizontales, pourvu que l'on ajoute chacune de ces sommes, après l'avoir décuplée, à la

somme partielle placée au bas de la colonne verticale de même rang. Cette nouvelle addition produira dix multiplicandes artificiels, qui, dans le premier tableau, se trouvent écrits au bas des colonnes verticales correspondantes aux chiffres

$$0,\ 1,\ 2,\ 3,\ 4,\ 5,\ 6,\ 7,\ 8,\ 9,$$

et qui peuvent être censés représenter des capitaux dont chacun serait prêté pour un nombre de jours exprimé par l'un de ces mêmes chiffres. Il y a plus: la construction du premier tableau a précisément pour objet de remplacer un grand nombre de multiplicandes, dont chacun correspond à un multiplicateur de deux chiffres, par dix multiplicandes artificiels, dont chacun correspond à un multiplicateur d'un seul chiffre.

» Avant de passer à l'explication du second tableau, nous avons à faire une remarque qui n'est pas sans importance. On pourrait se dispenser, à la rigueur, de calculer le multiplicande artificiel correspondant au multiplicateur zéro; puisqu'il est bien évident qu'aucun intérêt n'est exigible, quand le nombre de jours, pour lesquels le capital est prêté, se réduit à zéro. Toutefois il est utile de conserver, dans le premier tableau, le multiplicande dont il s'agit, ainsi que les sommes partielles des capitaux renfermés dans les colonnes verticale et horizontale que le chiffre zéro surmonte ou précède. En effet, il est clair que la somme totale des multiplicandes donnés peut également résulter soit de l'addition des sommes partielles placées au bas des colonnes verticales, soit de l'addition des sommes partielles placées à la suite des colonnes horizontales. Or cette seule observation fournit un moyen très simple de vérifier, d'un seul coup, l'exactitude des sommes partielles de l'une et de l'autre espèce, dans le cas où on les a toutes calculées. Ce n'est pas tout: après avoir trouvé la somme totale des multiplicandes donnés, il suffira évidemment d'ajouter à elle-même cette somme décuplée, pour obtenir la somme totale des multiplicandes artificiels. Cette dernière somme, qui termine le premier tableau, sert donc à constater l'exactitude des multiplicandes artificiels, dans le cas où on les a tous calculés, y compris celui qui répond au multiplicateur zéro.

» Après avoir construit le tableau que nous venons d'expliquer, et calculé de cette manière, à l'aide de quelques additions, les dix multiplicandes artificiels, M. Thoyer, laissant de côté le premier d'entre eux, multipliait chacun des neuf autres par le multiplicateur correspondant, puis cherchait

la somme des neuf produits ainsi obtenus. Nous lui avons indiqué un moyen de réduire encore ces dernières opérations à de simples additions. Ce moyen, dont il fait maintenant usage, consiste à construire le second tableau, qui offre dans son milieu une ligne horizontale où se trouvent écrits les neuf multiplicandes artificiels correspondants aux multiplicateurs

$$1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.$$

Une ligne horizontale, immédiatement inférieure, et terminée par une case vide, renferme aussi, dans son avant-dernière case, le dernier multiplicande artificiel. On ajoute celui-ci à l'avant-dernier multiplicande, placé immédiatement au-dessus; on reporte dans la case précédente la somme obtenue que l'on ajoute elle-même au multiplicande situé alors au-dessus d'elle; et l'on continue de la même manière, jusqu'à ce que l'on obtienne une dernière somme dans laquelle entrent évidemment les neuf multiplicandes artificiels. Les huit sommes, formées comme on vient de le dire, et successivement déduites des autres, occupent, vers le bas du second tableau, les huit premières cases d'une colonne horizontale. Nous les avons nommées *sommes successives* des multiplicandes artificiels, attendu qu'elles peuvent être considérées comme résultant de l'addition des deux derniers multiplicandes artificiels, puis des trois derniers, puis des quatre derniers,..., puis enfin, comme on l'a déjà dit, des neuf multiplicandes correspondants aux multiplicateurs

$$1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.$$

La neuvième case de la colonne horizontale dont nous venons de parler doit être naturellement occupée par le dernier multiplicande artificiel, qui se trouve seul écrit au-dessus de cette case dans les deux lignes horizontales immédiatement supérieures à cette colonne; et, en ajoutant ce multiplicande aux huit sommes qui le précèdent dans la même colonne, on obtient une somme totale qui renferme une seule fois le premier des neuf multiplicandes artificiels, deux fois le second, trois fois le troisième,..., enfin neuf fois le neuvième. Cette somme totale, que l'on trouve écrite à la suite de la colonne, est donc précisément celle qu'il s'agissait de calculer, savoir, la somme des neuf produits formés avec les neuf multiplicandes artificiels et les multiplicateurs correspondants.

» Après avoir exécuté, dans la partie inférieure du second tableau, les opérations que nous venons d'indiquer, on a, dans la partie supérieure, exécuté en sens inverse des opérations du même genre, de manière à obtenir

la somme totale qui renferme une seule fois le dernier des neuf multiplicandes artificiels, deux fois l'avant dernier, etc., enfin neuf fois le premier. Celle-ci, ajoutée à la somme totale que l'on avait d'abord obtenue, reproduit, dans la partie supérieure du second tableau, la somme des neuf multiplicandes artificiels décuplée : enfin, en ajoutant à cette dernière somme le produit par 10 du multiplicande artificiel que l'on avait omis à dessein, et qui correspond au multiplicateur zéro, on doit retrouver la somme totale des multiplicandes artificiels décuplée. Ainsi le nombre qui termine supérieurement le second tableau doit être dix fois plus considérable que le nombre qui termine inférieurement le premier tableau, et un zéro placé à la suite de ce dernier nombre doit le transformer en l'autre. Cette dernière condition, supposée remplie, est une preuve de l'exactitude de toutes les opérations exécutées et du nombre qu'elles ont fourni comme propre à représenter la somme des produits formés avec les neuf multiplicandes artificiels.

» Les trois derniers nombres, par lesquels se termine inférieurement le second tableau, sont: 1° la somme des produits formés avec les multiplicandes artificiels, calculée et vérifiée comme on vient de le dire; 2° la neuvième partie de cette somme calculée d'abord séparément, puis ajoutée à la somme elle-même. Or, comme l'addition d'un nombre à sa neuvième partie offre pour résultat les dix neuvièmes du nombre donné, les deux derniers des trois nombres qui terminent le second tableau doivent se déduire l'un de l'autre par la seule transposition de la virgule décimale. Cette condition, supposée remplie, est une preuve que l'on a obtenu la valeur exacte de la neuvième partie de la somme des produits formés avec les multiplicandes artificiels. D'ailleurs cette neuvième partie devient la neuf-millième partie de la même somme, quand la virgule décimale est transposée de manière à laisser après elle la place de trois chiffres, ainsi qu'on le voit dans le nombre

$$99422{,}67\tfrac{1}{9},$$

donné par le second tableau comme propre à représenter le montant des escomptes acquis à la Banque de France le 29 octobre 1839.

» Parmi les additions qu'exige la formation des deux tableaux, celles qui demandent le plus d'attention sont les additions des nombres renfermés dans les colonnes horizontales. Elles deviennent plus faciles quand on écrit chacun de ces nombres sur la diagonale de la case qui le renferme. »

Calcul des Escomptes acquis à la BANQUE DE FRANCE le 29 Octobre 1839.

DEUXIÈME TABLEAU, *où l'on forme par addition la somme totale des produits.*

Somme totale des multiplicandes artificiels	1538623900	décuplée.
Multiplicande artificiel correspondant au multiplicateur zéro	44556970	et décuplé.
Somme de 9 multiplicandes artificiels..................	1494066930	décuplée.

Sommes successives des multiplicandes artificiels.	10373047	20268491	33174329	42833766	52483816	73774192	96145321	120803215	149406693	599262870
Multiplicandes artificiels.		10373047	20268491	33174329	42833766	52483816	73774192	96145321	120803215	
	10373047	9895444	12905838	9659437	9650050	21290376	22371129	24657894	28603478	
	139033646	129138202	116232364	106572927	96922877	75632501	53261372	28603478		
Sommes successives des multiplicandes artificiels.	149406693	139033646	129138202	116232364	106572927	96922877	75632501	53261372	28603478	894804060

SOMME DES PRODUITS...	894804060
$\frac{1}{9}$, ci............	$99422673\frac{1}{3}$
PREUVE.....	$99422673\frac{1}{3}$

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Recherches sur les matières réfractaires; par* M. GAUDIN. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Brongniart, Pelouze, Regnault.)

« J'ai déjà entretenu succinctement l'Académie du résultat de mes recherches sur les matières réfractaires. Aujourd'hui je reviens sur le même sujet en donnant quelques détails afin que l'on puisse répéter mes expériences avec succès. Je traite principalement de l'action du feu sur l'alumine et la silice, la chaux et la magnésie; envisageant les produits alumineux à l'état de saphirs et rubis artificiels, et les produits siliceux sous le rapport de leur ductilité.

» Avant d'employer, comme je le fais aujourd'hui, l'alun calciné avec addition de 2 ou 3 centièmes de chromate de potasse comme matière colorante, j'ai essayé une foule de précipités chimiques composés de silice et d'alumine, qui ne me donnaient que des espèces de scories ressemblant plus à un laitier et à du verre à bouteille qu'à des pierres précieuses.

» C'est en répétant mes expériences sur les rubis artificiels à l'École des Mines, devant la Commission nommée par l'Académie, que j'ai soupçonné pour la première fois la viscosité de la silice. Ayant jeté dans mon creuset en noir de fumée un petit morceau de quartz roulé, je remarquai avec surprise et satisfaction que ce dernier, dès qu'il était ramolli par la chaleur, se conduisait, dans les évolutions que lui imprimait le chalumeau, absolument comme un corps visqueux; je me promis dès-lors d'essayer d'en étirer pour faire des lentilles de microscope. Après bien des essais pénibles, je parvins en effet à filer le cristal de roche aussi facilement qu'on file le verre; avec cette différence que je suis contraint, à cause du grand pouvoir réfractaire du corps en question, d'opérer sur de moindres masses, et d'exécuter le mouvement de traction avec la plus grande rapidité. Tout le secret consiste à façonner, une fois pour toutes, deux petites baguettes en cristal de roche fondu qui servent d'outil pour en étirer de nouveau.

» La silice en fusion est la matière la plus ductile qui existe; jamais elle ne se cristallise ni ne se casse en se refroidissant, quelque brusque que soit le refroidissement. Ses fils sont plus résistants et plus flexibles que ceux de verre, à égal diamètre; cela paraît, quant à la flexibilité supérieure, provenir d'un plus grand effet de trempe.

» Pendant le travail au chalumeau la volatilité de la silice est si manifeste, que c'est la raison qui s'oppose à ce qu'on puisse en fondre des globules de plus de 3 millimètres de diamètre; à cette grosseur ils diminuent à vue d'œil par la vaporisation rapide que cause la haute température nécessaire pour compenser le refroidissement dû à la vaporisation superficielle. Cette volatilité de la silice est le seul obstacle sérieux qui s'oppose à son filage continu et à son moulage; car elle détermine une température limite peu supérieure à sa solidification. Aussi la silice n'est-elle jamais bien fluide; on peut cependant en faire des fils très ténus : j'en ai obtenu d'aussi fins que les fils d'araignée, qui avaient comme ceux-ci un aspect irisé et que l'on pouvait nouer et rouler dans la main de manière à en faire une petite pelotte ressemblant à du coton.

» Les fils de silice ont tout-à-fait l'apparence de ceux de verre; il n'en est pas de même de ceux de grès, de pierre meulière et des silex de toute nuance, qui sont, sans exception, d'un blanc nacré magnifique, auprès duquel le satin paraît pâle.

» L'alumine, au contraire, ne file nullement, tant est grande sa tendance à cristalliser.

» L'amianthe, le grenat almandin et l'émeraude filent très bien : les deux premiers corps pourraient se filer au rouet absolument comme le verre. Les fils de grenat almandin sont d'un beau brun foncé, absolument comme des cheveux, et ceux d'émeraude rassemblés en globule ont tout-à-fait l'apparence de l'opale.

» Avec les globules de silice j'ai fait des lentilles de microscope d'une clarté prodigieuse, et qui sont bien près d'être achromatiques, tant le pouvoir dispersif de cette substance est faible.

» Enfin je me propose de présenter prochainement à l'Académie une série de ces lentilles, ainsi qu'un chalumeau à quatre feux divers, exempt de danger, et propre à mettre chacun à même de répéter mes expériences avec succès. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Des bains partiels appliqués séparément aux membres et à leurs diverses régions; par* M. CH. MAYOR, de Lausanne.

(Commissaires, MM. Duméril, Roux.)

« Il se présente tels cas pathologiques où il importe de baigner et d'arroser séparément, non-seulement les extrémités tant supérieures qu'inférieures, mais *isolément aussi*, leurs différentes parties. Les difficultes d'exé-

cuter cette opération semblent déjà grandes au premier coup d'œil; mais elles s'accroissent encore si les malades sont dans l'impossibilité de changer de position, ou d'en prendre une qui puisse s'allier avec des bains et des irrigations quelconques. Ces difficultés se sont présentées récemment à moi pour un cas où il s'agissait de baigner la main et l'articulation radio-carpienne d'une malade, tout en évitant de plonger dans l'eau l'avant-bras et le coude que j'avais des raisons de ne pas mouiller.

» Pour arriver à ce résultat, j'ai dû aviser tout d'abord au moyen d'isoler très exactement les régions que je voulais soumettre aux bains et aux irrigations; et j'ai, pour cet effet, jeté les yeux sur ce que fait M. le Dr Junod lorsqu'il veut séquestrer telle ou telle partie du corps, afin de pouvoir diminuer ou augmenter à volonté sur elle, la pression de l'air atmosphérique. Mon moyen consiste, tout comme les siens, dans des tubes ou des vases suffisamment grands pour qu'ils puissent admettre facilement les membres dans leur intérieur. Mais s'ils sont destinés à renfermer le pied ou la main seulement, ils seront terminés en cul-de-sac, comme une bottine ou un gros gant, vers l'extrémité qui correspond aux doigts; et s'ils doivent servir à baigner *exclusivement* les autres parties du membre, ils seront ouverts par leurs deux bouts. Dans le premier cas, il faut aviser au moyen de fermer hermétiquement le vase vers son embouchure au-dessus du pied ou de la main; dans le second, l'occlusion exacte devra avoir lieu vers les deux extrémités et sur les parties du membre qui se trouvent en dehors du tube, c'est-à-dire en dessus et en dessous de ce dernier. Dans l'un et l'autre cas, il convient que cette baignoire d'un nouveau genre ait deux petites ouvertures latérales, l'une en haut et l'autre en bas, et qui doivent servir, la première en guise d'entonnoir pour introduire l'eau, et la seconde pour évacuer le liquide, en tout ou en partie, par intervalles ou sans interruption: suivant les intentions de l'homme de l'art, chacune de ces ouvertures, il est à peine nécessaire de le dire, doit être pourvue d'un bouchon ou d'un robinet.

» Outre ce tube que l'on construira en bois, en métal, en verre, en terre cuite, en cuir même, ou peut-être en tissus imperméables à l'eau, il y a une partie destinée à isoler le membre sur lequel on se propose d'agir. Cette partie pourra consister en étoffes imperméables, en vessie de porc ou de bœuf, mais surtout en bandes ou plaques très minces de caoutchouc.

» Pour appliquer ces moyens, il convient d'abord de les fixer solidement aux extrémités du tube, et que l'une ou l'autre de ces substances, souples et imperméables, déborde les ouvertures du vase de cinq ou six travers de

doigt, plus ou moins, et à l'instar d'une manchette. On l'étendra soigneusement sur la peau et on l'y collera mieux encore avec une bande de toile, suffisamment mais médiocrement serrée. Si le corps isolant se compose de vessie, de peau, de toile ou de taffetas cirés, on pourra graisser préalablement les téguments et obtenir par là deux petits avantages : la manchette glissera plus facilement, et l'eau, ayant un peu moins de tendance et de facilité à s'écouler, on n'aura pas besoin de serrer autant la bande.

» Il ne reste plus maintenant qu'à boucher le trou latéral inférieur, puis à remplir le tube par l'autre ouverture, avec tel corps aqueux, huileux, spiritueux, etc., qu'on aura cru devoir choisir; et enfin à fermer aussi cette dernière ouverture pour que rien ne puisse plus s'échapper du vase.

» Mais si, au lieu d'un bain proprement dit, il est question d'une irrigation continuelle, froide, tiède ou chaude, il faudra adapter à ce même orifice latéral supérieur un tuyau élastique qui communiquera avec un baquet placé au-dessus. Il est bien entendu que dans ce cas l'ouverture latérale la plus déclive restera ouverte, afin de laisser s'écouler le liquide au fur et à mesure qu'il arrivera ou sera lancé sur le membre. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Notice sur un Mémoire relatif à la généralité du magnétisme; par* M. A. DE HALDAT. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Becquerel, Pouillet, Regnault.)

« L'auteur, qui a soumis à son examen un grand nombre de substances, soit minérales, soit organiques, ne s'est pas borné à faire osciller de petites aiguilles de ces substances, comme on l'avait fait auparavant; il leur a donné une dimension plus grande, et a eu recours à la force de torsion, sinon pour mesurer la puissance magnétique acquise à ces aiguilles par l'influence des aimants énergiques entre lesquels on les place, au moins pour mettre l'existence de cette force à l'abri de toute espèce de doute. Les métaux principalement lui en ont fourni des preuves aussi évidentes que nombreuses.

» Les aiguilles formées de diverses substances auxquelles le fer est étranger se conduisent en effet comme le feraient des aiguilles de fer ou d'acier placées dans la même situation, soumises aux mêmes influences.

Elles oscillent quand on les écarte de la direction de l'axe commun des deux aimants et s'y replacent, s'y maintiennent quand la torsion du fil de cocon qui les suspend n'est pas assez puissante pour les en écarter; elles se placent dans une direction oblique à cet axe pour faire équilibre à cette force quand elle peut les en écarter; et enfin elles présentent les phénomènes d'une aiguille affolée, si les deux aimants lui correspondent par les pôles de même nom. Pour répondre aux objections tirées de la présence supposée du fer dans les aiguilles qui représentent les phénomènes magnétiques, l'auteur s'attache à prouver, par une analyse directe de ces substances: 1° qu'il en est qui ne contiennent pas de fer; 2° que des quantités infiniment petites de ce métal n'augmentent nullement la disposition à acquérir l'état magnétique dans les substances qui n'en contiennent pas naturellement; et que quand la quantité de fer qu'elles contiennent peut leur donner la puissance magnétique, cette substance est appréciable par les moyens chimiques; 3° que le fer à l'état de combinaison ne donne pas aux corps qui le contiennent la disposition à acquérir l'état magnétique.

» D'après les faits exposés dans son Mémoire, l'auteur admet que le fluide magnétique exerce son influence sur tous les corps, mais à des degrés très variés et si différents, que, tandis que quelques-uns manifestent leur puissance dans toute circonstance, et sans aucune influence étrangère, il y en a dans lesquels elle ne devient apparente que quand ils sont en rapport avec des corps qui en jouissent au plus haut degré. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le degré de la persistance de l'excitabilité dans les nerfs moteurs après leur séparation des centres nerveux.* — Extrait d'une Note de M. LONGET.

(Commissaires, MM. de Blainville, Flourens, Breschet.)

« Je me suis proposé de résoudre, par l'expérimentation, le problème suivant : A quelle époque précise un nerf moteur, séparé de l'encéphale ou de la moelle épinière, perd-il son excitabilité, c'est-à-dire sa propriété de faire contracter (*sous l'influence d'un stimulus*) la fibre musculaire (1)?

» .... Dans mes recherches, je ne me borne point à opérer la résection

---

(1) C'est M. Flourens qui a nommé *excitabilité* cette dernière propriété inhérente au système nerveux. (*Recherch. expérim. sur les prop. et les fonct. du Syst. nerveux*; par M. *Flourens*.)

d'un nerf et à attendre, comme les autres expérimentateurs (1), pendant plusieurs semaines ou même plusieurs mois, pour éprouver l'excitabilité de son bout libre : au contraire, dès le lendemain celui-ci est essayé, pendant quelques minutes, par le galvanisme (pile de 20 paires) et par les irritants mécaniques ; les mêmes tentatives sont répétées le surlendemain ; et constamment son excitabilité est entièrement éteinte *après soixante-douze heures*. Au bout de ce temps, pour mieux juger encore de leur état, les muscles sont mis à découvert, et malgré l'application des deux pôles de la pile à l'extrémité périphérique du nerf, on ne voit éclater aucune contraction appréciable. J'ai voulu savoir si les produits seraient différents en agissant sur des nerfs seulement musculaires, comme l'hypoglosse et le facial, ou sur des nerfs destinés à la fois aux muscles et aux téguments, comme le sciatique. Les résultats ont été identiques sur *quatorze chiens et deux lapins*.

» Mes expériences ont été variées de la manière suivante : ainsi, tantôt sur un chien, la résection du sciatique étant pratiquée, je soumettais son extrémité libre pendant vingt minutes ou une demi-heure à des décharges électriques fréquentes, d'où des secousses convulsives de tout le membre ; tantôt, sur un autre chien, cette extrémité n'était soumise à aucune espèce d'irritation électrique ou autre. Chose remarquable, la durée de l'excitabilité a toujours été la même dans les deux cas; seulement chez le premier chien les contractions du membre étaient moindres le lendemain que chez le second. Du reste, encore dans ces deux cas, celles-ci décroissent progressivement depuis le moment de la résection jusqu'à celui où elles disparaissent d'une manière complète.

» Mes expériences démontrent donc que l'on ne saurait admettre qu'un principe analogue à celui qui émane de l'axe cérébro-spinal soit sécrété dans toute l'étendue des cordons nerveux qui, au contraire, doivent nécessairement communiquer avec cet axe pour demeurer *excitables*. »

M. *Longet*, dans une Lettre jointe à la Note dont nous venons de donner l'extrait, prie de nouveau l'Académie de vouloir bien hâter le rapport qui doit être fait sur des expériences qu'il a précédemment communiquées.

---

(1) Legallois, *OEuvres complètes*, édit. de 1830, tome I, p. 24. — Muller et Sticker, *Physiol. du syst. nerv.*, par Muller, traduct. de Jourdain, T. I, p. 70. — Steinrück, *de regeneratione nervorum*. Berlin, 1838.

Deux des membres de la Commission déclarent avoir vu les expériences de M. Longet.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Recherches sur le calcul des résidus; par* M. G. OLTRAMARE.

(Commissaires, MM. Cauchy, Sturm.)

« Le calcul des résidus, dont M. Cauchy a posé, en 1826, les premiers principes dans ses *Exercices de Mathématiques,* a, depuis cette époque, fait tant de progrès, qu'on ne peut lui refuser maintenant une place importante dans l'analyse. Ce calcul aussi fécond que simple a, dans les mains de son illustre auteur, donné successivement les formules les plus remarquables. On en déduit immédiatement la formule d'interpolation due à Lagrange, ainsi que son théorème; il fournit des moyens faciles et directs pour la sommation d'une multitude de séries; il a été employé avec succès à l'intégration de plusieurs équations, et à la solution de questions que tout autre calcul n'avait pu résoudre. C'est ainsi, par exemple, qu'il en est résulté pour la détermination de la valeur des intégrales définies, des formules extrêmement précieuses, plus générales que celles que l'on avait données jusque-là, et qui, non-seulement résumaient presque tout ce que l'on connaissait sur cette matière, mais encore donnaient la valeur de plusieurs intégrales nouvelles et fort curieuses; mais ce qui paraît surtout devoir recommander ce calcul à l'attention des géomètres, c'est son application à la solution des problèmes de physique mathématique.

» Engagé moi-même par M. Cauchy à approfondir une méthode qui our lui avait été d'un si puissant secours, j'ai été assez heureux pour parvenir à des résultats qui me paraissent mériter quelque intérêt: ces théorèmes, outre leur emploi direct à la solution de certaines questions, me semblent devoir établir un lien commun entre différentes propositions qui d'abord paraissaient ne point dépendre les unes des autres.

» Pour énoncer et démontrer avec plus de facilité les théorèmes qui nous occupent, je me suis vu dans l'obligation d'introduire dans le calcul un nouveau genre de fonctions que j'ai désignées sous le nom de *fonctions inverses,* et qui ne sont autre chose que les racines d'une équation

$$\varphi(z) = u,$$

dans l'expression desquelles je remplace la fonction u par sa variable z.

Je suis ainsi parvenu, par les résidus, à établir une relation entre $\varphi(z)$ et ses fonctions inverses : c'est un des principaux théorèmes que renferme ce Mémoire. Si $\varphi(z)$ est une fonction uniforme, ses fonctions inverses sont d'une seule espèce ; mais, si cette fonction est multiforme, on en peut considérer deux genres différents. Cette considération m'a conduit à un nouveau théorème aussi très général, en établissant, par le calcul des résidus, une relation entre deux sortes de fonctions inverses ; enfin ces deux théorèmes, combinés entre eux, en donnent un nouveau non moins remarquable. Tel est en résumé l'objet du présent Mémoire, que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Recherches sur l'urine considérée dans les différentes maladies et dans l'état de grossesse ; expériences sur l'injection du lait dans les veines ; par* M. **Donné.**

« J'aurai l'honneur de présenter prochainement à l'Académie un Mémoire sur l'urine considérée dans les différentes maladies et aussi dans l'état de grossesse ; permettez-moi d'exposer dès aujourd'hui quelques-uns des résultats de ce travail, qui comprendra plusieurs parties et qui sera fort étendu.

» Et d'abord pour ce qui concerne la *grossesse*, dont on a si souvent cherché à trouver des caractères dans l'urine, il existe en effet des modifications de ce liquide qui permettent, dans la plupart des cas, de reconnaître cet état par le seul examen de l'urine, et sans avoir recours à celui de la femme elle-même ; j'ai constaté par un grand nombre d'expériences, que l'urine contient notablement moins d'acide libre, de phosphate et de sulfate de chaux chez les femmes enceintes que dans les conditions ordinaires ; et cela devait être, une partie de ces éléments étant employée à constituer le nouvel être, à former ses os et ses autres organes. Cette circonstance modifie d'une manière particulière la cristallisation des sels de l'urine ; de telle sorte que connaissant la proportion moyenne habituelle de ces principes dans l'urine ordinaire et normale, chez les femmes non enceintes en général, on arrive à déterminer, si ce n'est d'une manière absolue, du moins avec beaucoup de probabilité l'état de grossesse, sans soumettre la femme elle-même à un examen direct et désagréable. J'ai appliqué cette méthode avec succès dans plus de trente cas, à différentes époques de la gestation.

» Pour ce qui est des maladies, je me bornerai dans cette lettre à indi-

quer les principaux faits relatifs à la chlorose, à la phthisie, à la fièvre typhoïde, à la pneumonie, au rhumatisme aigu et aux affections bilieuses.

» L'examen de l'urine chez les femmes *chlorotiques* fournit un résultat très net et précieux pour le diagnostic et pour le traitement; dans l'état de santé, l'urine contient une certaine quantité de fer facile à mettre en évidence au moyen du prussiate de potasse et de l'ébullition; dans la chlorose, au contraire, on ne trouve plus de trace sensible de ce métal et on le voit reparaître dès les premières doses de préparations ferrugineuses que l'on administre, une partie du médicament étant éliminée par cette voie (1). La guérison de l'affection chlorotique ne peut être considérée comme définitive que lorsque les urines ont repris leur caractère normal, après avoir cessé pendant quelques jours l'administration du fer. On prévoit les conséquences de cette observation relativement à l'étiologie, au diagnostic et au mode d'action des diverses préparations ferrugineuses, dans le traitement de la chlorose. Ces considérations seront développées dans mon Mémoire; il suffira de dire pour le moment que j'ai trouvé une notable proportion de fer dans l'urine de certaines malades considérées comme chlorotiques et auxquelles le fer ne réussissait pas; ces malades n'étaient réellement pas chlorotiques, ainsi que le démontrait la présence du fer normal dans leurs urines.

» Dans la *phthisie pulmonaire* l'urine, au lieu de donner naissance par son évaporation aux cristallisations ordinaires de l'urine en état de santé, laisse une matière visqueuse, collante, tout-à-fait analogue à ce que présente l'urine sucrée des malades affectés de diabètes. Cette matière est-elle réellement du sucre, ou bien une substance animale particulière? Je n'ose pas encore me prononcer et je dois dire que l'urine des phthisiques ne fermente pas avec la levûre de bière et ne dévie pas le plan de polarisation dans l'appareil de M. Biot. Le sucre existe-t-il dans cette urine en trop petite proportion, ou mélangé à trop de matières salines pour manifester sa présence de cette manière? Je ne sais; mais ce résidu visqueux, cette

---

(1) Il ne faut pas confondre la coloration bleue que l'on obtient en traitant l'urine normale par le prussiate de potasse, avec celle qui se produit quand on met ce réactif en contact avec un acide d'une certaine force; ce n'est pas par son acide, toujours assez faible, que l'urine agit, et d'ailleurs celle des chlorotiques est acide comme l'urine ordinaire, et il n'y a pas de raison pour qu'il se produise du bleu de Prusse plutôt dans un cas que dans l'autre; je montrerai dans mon Mémoire que c'est bien au fer qu'est dû ce caractère d'une valeur tout-à-fait relative.

espèce de sirop, méritent bien de fixer l'attention, surtout depuis que les observations de M. Rayer ont établi une sorte de rapprochement entre le diabète et la phthisie, en montrant que cette dernière maladie succède ordinairement à la guérison apparente du diabète. Dans tous les cas ce caractère est tellement constant, qu'il pourrait suffire à lui seul pour diagnostiquer l'affection tuberculeuse, sans même voir le malade; et l'on sent de quel intérêt il peut être dans quelques circonstances de se faire une idée de la maladie, à l'insu du malade et sans le soumettre à un examen inquiétant pour lui.

» Les cristallisations microscopiques fournies par l'urine dans la fièvre typhoïde sont très curieuses; cette forme cristalline, dont il est difficile de donner une idée exacte par la description, présente un aspect rayonné et nacré qui rappelle tout-à-fait ce que l'on obtient par la cristallisation du phosphate d'ammoniaque. Rien de semblable ne se produit jamais dans l'urine en état de santé, et je n'ai pas vu, au contraire, manquer ce caractère depuis plusieurs années que je l'observe dans la fièvre typhoïde; mais cette maladie n'est pas la seule dans laquelle on le rencontre: la pneumonie et le rhumatisme aigu se rapprochent d'elle sous ce rapport, et s'il m'était permis de généraliser encore davantage, je dirais que cette espèce de cristallisation se montre en dehors de la fièvre typhoïde, lorsque la fièvre proprement dite est très intense.

» Enfin, pour terminer ce que j'ai à dire aujourd'hui de l'urine malade, j'indiquerai, pour reconnaître la bile en dissolution dans l'urine, un moyen plus sensible que l'acide nitrique employé comme le dit Berzélius: ce procédé consiste à traiter l'urine par l'éther qui, se chargeant d'une partie de la matière colorante de la bile, vient former à la surface du liquide une couche d'un jaune plus ou moins verdâtre, pour peu que l'urine contienne de la bile, tandis que cet agent ne change pas de couleur avec toutes les autres espèces d'urine.

» Ces faits devant entrer dans les leçons du nouveau cours d'observations microscopiques que je vais commencer, j'avais intérêt à les consigner ici avant de les exposer publiquement.

» Maintenant je passe à un autre sujet, et je prie l'Académie de vouloir bien nommer une Commission pour constater les résultats d'expériences que j'ai entreprises sur une série d'animaux, dans le but de vérifier les idées que je me suis faites par mes premiers travaux sur la constitution organique du lait. Pour compléter mes études à cet égard, j'ai d'abord nourri de jeunes chiens, les uns avec diverses espèces de lait, les autres avec de la

soupe : ces derniers sont constamment restés plus faibles et plus chétifs que les autres. J'ai ensuite pratiqué de nombreuses injections de lait de différente nature dans les vaisseaux, veines et artères, et aussi dans les principales cavités du corps chez des chiens, des chèvres, des lapins, des chevaux et chez des grenouilles où l'on peut voir ainsi les globules du lait circuler avec ceux du sang. Ces expériences renversent tout ce que l'on pensait jusqu'ici de l'influence délétère exercée par l'introduction de ce liquide dans le système circulatoire et par son mélange avec le sang; le lait pur et de bonne nature n'a produit aucune action fâcheuse (excepté sur de vieux chevaux), et il peut circuler avec le sang, comme une sorte de chyle, sans produire aucun accident, tandis que le lait altéré détermine des lésions graves et même la mort.

» Ces expériences feront partie d'un grand travail sur le lait que j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie quand il sera terminé : mais je serais bien aise de pouvoir mettre dès à présent sous les yeux d'une Commission, afin qu'elle constate ces faits, les animaux qui ont servi à mes expériences et que je ne puis conserver indéfiniment. Ces animaux sur lesquels ont été pratiquées un grand nombre d'opérations, auxquels j'ai injecté à plusieurs reprises des quantités notables de lait dans les veines, dans les artères, dans la plèvre, dans le péritoine, etc., ne seront pas sans intérêt pour l'examen de MM. les Commissaires de l'Académie. »

(Cette dernière partie des recherches de M. Donné est renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. Chevreul, Flourens, Breschet.)

CORRESPONDANCE.

M. Arago avait présenté à l'Académie, dans une de ses précédentes séances, des contre-épreuves d'images daguerriennes, obtenues par M. *Fizeau,* au moyen des procédés galvanoplastiques. Ces contre-épreuves, d'une grande perfection, avaient été produites sans altération apparente de l'image originale; toutefois il était intéressant de savoir jusqu'à quel point l'opération pourrait être répétée impunément. Des essais faits dans ce but ont montré à M. Fizeau que, moyennant certaines précautions, on pouvait obtenir un bon nombre de bonnes épreuves d'une même planche.

M. Beautemps-Beaupré fait hommage à l'Académie, au nom de l'auteur, M. Lartigue, capitaine de corvette, d'un Mémoire imprimé ayant pour titre : *Exposition du système des vents.*

M. DE BLAINVILLE, en déposant sur le bureau un exemplaire de la *Zoologie classique* de M. *Pouchet*, s'exprime ainsi :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie au nom de l'auteur, l'un de mes élèves, M. POUCHET, professeur de zoologie au Muséum d'Histoire naturelle de Rouen, un exemplaire de la seconde édition de sa *Zoologie classique*, en 2 gros volumes de plus de 600 pages chacun, avec un atlas de 40 planches et de 6 tableaux. L'auteur, comme doit le présumer l'Académie, a suivi rigoureusement les principes que je professe sur la science de l'organisation animale. Aussi, pour lui rendre plus facile son entreprise, je lui ai communiqué mes notes et même mes manuscrits toutes les fois qu'il en a eu besoin, mais essentiellement ceux qui ont trait à l'organisation et à la classification des animaux et aux principes qui doivent diriger le zoologiste dans cette partie difficile de la science. Pour les autres, et par exemple pour celles qui regardent les mœurs des animaux et l'usage des parties qu'ils fournissent à l'industrie, M. Pouchet les a développées plus qu'elles ne le sont généralement dans les ouvrages élémentaires, en les puisant aux meilleures sources ou dans ses propres observations. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Note sur l'intégrale* $\int_a^y y^{2i} dy e^{-\frac{p}{y^2} - qy^2}$ *prise entre des limites arbitraires; par* M. BINET.

« Dans cette formule i est un entier : Si les limites de l'intégration deviennent 0 et ∞, l'intégrale définie qui en résulte est celle que Laplace a obtenue en supposant p et q des nombres positifs. Legendre s'en est aussi occupé, et M. Cauchy l'a rattachée à une classe plus générale d'intégrales définies, prises entre les mêmes limites 0 et ∞. Je vais faire voir que la transformation qui a fourni le résultat de Laplace, étant convenablement employée, permet de ramener l'intégrale indéfinie à deux autres beaucoup plus simples, et de la forme $\int du e^{-qu^2}$. Lorsque u est réel et q positif, celle-ci dépend évidemment de l'intégrale $\int e^{-t^2} dt$ dont on possède des tables calculées par Kramp, et avec plus d'étendue par Legendre. Alors l'intégrale indéfinie sera aussi complétement connue que celle des fonctions rationnelles.

» En remplaçant p par qr^2, je considère, en premier lieu, l'intégrale

$$Y = \int dy e^{-qy^2 - qr^2y^{-2}}:$$

dans la différentielle dY, on remplacera y par d'autres variables, et l'on posera pour cela

$$x = y - ry^{-1};$$

le carré donnera successivement

$$x^2 + 2r = y^2 + r^2y^{-2}, \quad x^2 + 4r = (y + ry^{-1})^2,$$

et

$$y + ry^{-1} = \sqrt{x^2 + 4r}.$$

Représentant par u cette dernière quantité, l'on a

$$y + ry^{-1} = u, \quad \text{et} \quad y - ry^{-1} = x;$$

donc

$$y = \tfrac{1}{2}(u + x) \quad \text{et} \quad dy = \tfrac{1}{2}(du + dx):$$

on devra se rappeler que u et x sont liées par l'équation $u^2 = x^2 + 4r$. Par ces valeurs de u et de x en y, on aura

$$y^2 + r^2y^{-2} = x^2 + 2r = u^2 - 2r;$$

l'exponentielle $e^{-p(y^2 + r^2y^{-2})}$ pourra donc prendre ces deux formes

$$e^{-qx^2 - 2qr} = e^{-qu^2 + 2qr}.$$

Multipliant par $dy = \frac{1}{2}(du + dx)$, on aura

$$dY = \tfrac{1}{2} e^{2qr} du\, e^{-qu^2} + \tfrac{1}{2} e^{-2qr} dx\, e^{-qx^2};$$

et par l'intégration l'on aura

$$\int e^{-q(y^2 + r^2y^{-2})} dy = \tfrac{1}{2} e^{2qr} \int du\, e^{-qu^2} + \tfrac{1}{2} e^{-2qr} \int dx\, e^{-qx^2}.$$

Les deux intégrales qui entrent dans le second membre sont d'une espèce

plus simple que celle du premier, puisqu'il faudrait poser $r = 0$ dans celle-ci, pour la réduire aux fonctions $\int e^{-qy^2}\,dy$.

» Les limites de y dans le premier membre étant $y = \alpha$, et y arbitraire, celles de u, qui leur correspondent, sont

$$u_0 = \alpha + \frac{r}{\alpha}, \quad u = y + \frac{r}{y};$$

celles de x sont

$$x_0 = \alpha - \frac{r}{\alpha}, \quad x = y - \frac{r}{y}:$$

elles seront réelles quand r le sera; et si de plus q est réel positif, les deux intégrales du second membre se calculeront à l'aide des tables citées : dans ce cas très étendu, on doit regarder l'intégrale proposée Y comme entièrement connue pour toute valeur réelle de y.

» Mais la transformation précédente permet de conserver aux deux lettres q et r, ainsi qu'à y, toute la généralité algébrique : elles pourront être réelles ou non, à volonté. Alors les intégrales $\int du\, e^{-qu^2}$, $\int dx\, e^{-qx^2}$ devront être évaluées par des méthodes appropriées à chaque cas. Si, par exemple, $q = q'\sqrt{-1}$, l'intégrale Y devient

$$\mathrm{Y} = \int dy \left[\cos q'(y^2 + r^2 y^{-2}) - \sqrt{-1}\sin q'(y^2 + r^2 y^{-2})\right],$$

et, pour les deux intégrales du second membre de l'égalité, on aura

$$\int du\, e^{-qu^2+2qr} = \int du \cos(q'u^2 - 2q'r) - \sqrt{-1}\int du \sin(q'u^2 - 2q'r),$$
$$\int dx\, e^{-qx^2-2qr} = \int dx \cos(q'x^2 + 2q'r) - \sqrt{-1}\int dx \sin(q'x^2 + 2q'r);$$

par suite les intégrales $\int \frac{\cos}{\sin}\{q'y^2 + q'r^2 y^{-2}\}\,dy$ se trouvent ramenées à celles de la forme $\int \frac{\cos}{\sin}\{q'u^2\}$, qui elles-mêmes ne dépendent que de $\int \frac{\cos}{\sin}\{t^2\}\,dt$.

» Il est facile de former l'intégrale $\int y^{2i}\,dy\, e^{-q\left(y^2+\frac{r^2}{y^2}\right)}$ lorsque $\int d\mathrm{Y}$ est

obtenu : on peut dans l'intégrale $\int dY$ remplacer r^2 par $\frac{p}{q}$, et opérer le même changement dans la valeur de l'intégrale; après cela, on différenciera i fois de suite, relativement à q ou à p, et l'on parviendra au résultat. Mais il existe des procédés plus simples, et je n'indique celui-ci dans cette note que pour constater que l'intégration indéfinie de la différentielle $y^{2i}dy\,e^{-qy^2-py^{-2}}$ peut toujours être ramenée aux intégrales $\int du e^{-qu^2}$. On verra facilement que la méthode qui permet la réduction de l'intégrale Y s'étend à des fonctions différentielles beaucoup plus composées.

» L'intégrale indéfinie de la forme $Y = \int dy\, e^{-qy^2-qr^2y^{-2}}$ aura une application immédiate dans les questions de la théorie de la chaleur où se trouve l'intégrale définie

$$P = \int_0^\infty \frac{\cos(2rz)dz}{1+z^2} e^{-z^2 6^2},$$

et plusieurs autres qui en dérivent; cette intégrale définie a pour valeur

$$P = \frac{\pi}{2} e^{6^2}\left(e^{-2r} - \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^6 d6 . e^{-6^2-r^2 6^{-2}}\right),$$

ainsi que je le ferai voir dans une autre occasion. On peut d'ailleurs s'en assurer aisément par une différenciation relative à 6.

» Au moyen de l'expression de l'intégrale Y, où l'on remplacera y par 6, et où l'on posera $\alpha = 0$, $q = 1$, on aura

$$\int_0^6 d6\, e^{-6^2-r^2 6^{-2}} = \tfrac{1}{2}\, e^{2r} \int_\infty^{6+r6^{-1}} e^{-u^2} du + \tfrac{1}{2}\, e^{-2r} \int_{-\infty}^{6-r6^{-1}} e^{-x^2} dx;$$

mais

$$\int_{-\infty}^\infty e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi} = \int_{-\infty}^{6-r6^{-1}} + \int_{6-r6^{-1}}^\infty :$$

l'intégrale précédente est donc égale à

$$\tfrac{1}{2}\, e^{-2r} \sqrt{\pi} - \tfrac{1}{2}\left(e^{-2r} \int_{6-r6^{-1}}^\infty e^{-x^2} dx + e^{2r} \int_{6+r6^{-1}}^\infty e^{-u^2} du\right),$$

et il en résulte pour l'intégrale définie P une expression à laquelle on peut

donner la forme élégante

$$\int_0^\infty \frac{\cos(2rz)\,dz}{1+z^2} \cdot e^{-z^2 \mathfrak{C}^2} = \frac{\sqrt{\pi}}{2} e^{-r^2 \mathfrak{C}^{-2}} \left[e^{(\mathfrak{C}-r\mathfrak{C}^{-1})^2} \int_{\mathfrak{C}-r\mathfrak{C}^{-1}}^\infty e^{-x^2} dx + e^{(\mathfrak{C}+r\mathfrak{C}^{-1})^2} \int_{\mathfrak{C}+r\mathfrak{C}^{-1}}^\infty \right].$$

Les fonctions $e^{B^2} \int_B^\infty e^{-x^2} dx$ du second membre doivent être regardées comme connues, puisque les tables de leurs valeurs sont calculées pour les grandeurs de B qui offrent des difficultés d'évaluation. Quand B est fort grand, on en a sous diverses formes des approximations très rapides. Si dans P on suppose $\mathfrak{C}=0$, on retrouve le résultat découvert par Laplace pour l'intégrale $\int_0^\infty \frac{\cos(2rz)\,dz}{1+z^2}$. On pourra déduire de cette intégrale définie la fonction

$$\int_{-\infty}^\infty \frac{M}{N} \cos(2rz) \cdot e^{-x^2 z^2} dz,$$

M et N étant des fonctions entières de z, mais N ne contenant pas de facteurs réels du premier degré en z. »

ART DES CONSTRUCTIONS. — *Sur l'emploi des chaux hydrauliques dans les fortifications de Paris; par* M. VICAT.

« L'Académie n'a peut-être pas oublié encore la discussion soulevée en sa présence, à propos de l'espèce de chaux la plus convenable aux maçonneries des fortifications de Paris. On aurait pu croire, d'après la controverse qui a eu lieu, que la chaux grasse serait exclusivement employée dans ces maçonneries, et qu'on réserverait la chaux hydraulique pour les rejointoiements; ce n'est donc pas sans surprise, et je dirai surprise agréable, que j'ai pu me convaincre en étudiant *le bordereau officiel* des prix de tous les ouvrages à exécuter sur la rive gauche, qu'*au contraire* le mortier à chaux grasse en est totalement exclu : on m'assure qu'il en est de même pour la rive droite.

» L'Académie comprendra combien il m'importe de mentionner ce fait qui démontre suffisamment, je crois, que l'opinion des ingénieurs chargés de la direction des travaux est tout-à-fait conforme aux doctrines que j'ai défendues. »

M. **de Jouffroy** demande que son *nouveau système de navigation à la vapeur*, sur lequel il a été fait à l'Académie, au mois de novembre dernier, un rapport favorable, soit admis à concourir pour le prix extraordinaire concernant l'application de la vapeur à la navigation.

« L'Académie dans sa dernière séance, dit M. de Jouffroy, a voté l'admission d'un travail qui ne lui était parvenu que quelques jours après le terme fixé pour la clôture du concours; j'espère qu'elle voudra bien accueillir également ma demande qui eût été faite dans les délais voulus si je l'avais supposée nécessaire; j'imaginais que le jugement de la Commission porterait sur tous les travaux qui seraient parvenus à sa connaissance, et c'est pour cette raison que je n'avais pas appelé son attention sur mon travail, déposé depuis longtemps dans les archives de l'Académie. »

L'Académie décide que ce travail sera admis à concourir.

M. **Rippley** adresse de Kinsman (État de l'Ohio), une Note écrite en anglais, sur un appareil destiné à donner l'impulsion aux aérostats.

M. **de Paravey** écrit relativement à une méthode de traitement employée en Chine contre les affections calculeuses. Il paraîtrait, d'après une lettre adressée à M. l'abbé Dubois, qu'un missionnaire résidant à Sy-Vang, en Tartarie, aurait été guéri dans l'espace de deux mois, par l'usage de certaines boissons, quoique la pierre, à l'époque où il commença à suivre le traitement, fût déjà très grosse.

M. de Paravey dit encore avoir appris de M. l'abbé Dubois, que les Chinois possèdent des remèdes efficaces contre la rage, quand cette maladie n'est pas parvenue à son dernier terme.

M. **Chavagneux** adresse un paquet cacheté.

L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 5 heures. F.

ERRATA. (Séance du 17 mai 1841.)

Page 874, ligne 37, *au lieu de* $f(z)$, *lisez* $f\left(\frac{1}{z}\right)$

Page 877, ligne 31, *au lieu de* $F\left(\frac{1}{z}, t\right)$, *lisez* $z^2 F\left(\frac{1}{z}, t\right)$

Page 878, ligne 13, *au lieu de* $F\left(\frac{1}{z}\right)$, *lisez* $f\left(\frac{1}{z}\right)$

Ibid., ligne 8, *au lieu de* jamais infinie, *lisez* jamais infinie qu'avec $\frac{1}{F(z, t)}$.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 20, in-4°.

Mémoires de l'Académie des Sciences et Belles-Lettres de Dijon; années 1839—1840, in-8°.

Encyclopédie Roret.—Minéralogie; par M. HUOT, 2 vol. in-18.

Essai sur les eaux publiques et sur leur application aux besoins des grandes villes; par M. GRIMAUD, de Caux, in-8°.

Exposition du système des Vents; par M. LARTIGUE; 1840, in-8°.

Zoologie classique ou Histoire naturelle du règne animal; par M. POUCHET; 2 vol. in-8°, et atlas in-8°.

Des bateaux à vapeur, précis historique de leur invention, essai sur la Théorie de leur mouvement et description d'un appareil palmipède; par M. le marquis de JOUFFROY; in-8°.

De la Concurrence, moyen d'en arrêter les mauvais effets; par M. LONCHAMP; ½ feuille in-8°.

Prospectus de la doctrine universelle des Lois et Phénomènes de la nature, appliquée à l'art de guérir; par M. COURHAUT; in-8°.

Paléontologie française; par M. D'ORBIGNY; 18e liv., in-8°.

Mémorial encyclopédique; avril 1841, in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques et de Pharmacologie; mai 1841, in-8°.

Annales de Chirurgie française et étrangère; mai 1841, in-8°.

Annuaire de l'arrondissement de Falaise; 6e année, 1841, in-18.

Société académique, agricole, industrielle et d'instruction, de l'arrondissement de Falaise; programme in-8°.

Société académique, agricole, industrielle et d'instruction, de l'arrondissement de Falaise; séances des 26 janvier, 5 avril et 23 août 1840; ¾ de feuille, in-8°.

Disette de fourrages; expédients à employer pour y remédier; par M. de MAUSSION; ½ feuille; Falaise, in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Angers et du Département de Maine-et-Loire; 11e année; in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; 4[e] semestre de 1840, in-8°.

Bulletin de la Société de médecine de la Rochelle; n° 1[er], années 1840, in-8°.

Bulletin de la Société d'émulation de Rouen; année 1840, in-8°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève; tome IX, 1[re] partie; in-4°.

Bericht über... *Analyse des Mémoires lus à l'Académie des Sciences de Berlin, et destinés à la publication;* février 1841; in-8°.

Verhandelingen... *Mémoire concernant les béliers hydrauliques; par* M. VAN DEN ENDE, avec six planches; Deventer, 1841, in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome IX, n° 21, in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n° 61 — 63.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 203, in-8°.

La France industrielle; jeudi 21 mai 1841.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 MAI 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur la polarisation lamellaire; par* M. BIOT.

« Les deux communications que j'ai eu l'honneur de faire dernièrement à l'Académie, sont le commencement d'un travail où je me suis proposé d'étudier les modifications imprimées à la lumière polarisée par les agrégations de lames planes, intimement superposées, que l'on voit, dans beaucoup de substances cristallisables, s'entrecroiser suivant les directions de clivage permises par la forme de la molécule intégrante; de sorte que le cristal total, résultant de leur rencontre mutuelle, se trouve constitué en diverses parties de sa masse, par des systèmes lamellaires dominants, distincts les uns des autres, et plus ou moins étendus. Cette disposition lamellaire est surtout apparente dans les cristaux d'alun, où on lui voit suivre tous les sens de clivages théoriques; et comme la forme octaédrique de la molécule intégrante de l'alun ne comporte pas la double réfraction moléculaire, les effets qui pouvaient résulter de la seule agrégation des lames cristallines, devaient y devenir plus manifestes par leur isolement. Je me suis donc appliqué à les y découvrir et à fixer leurs caractères distinctifs.

» J'ai d'abord étudié des octaèdres complets, les plus réguliers que j'ai pu obtenir, en m'attachant à ceux où la direction des couches, tantôt évidente, tantôt indiquée par des accidents intérieurs, dénotait des systèmes lamellaires dominants parallèles aux faces externes; comme si le cristal total eût été formé par l'apposition de couches octaédriques, ayant graduellement recouvert un petit octaèdre central. J'ai fait traverser ces systèmes par un faisceau de lumière polarisée, dirigé dans le sens d'un de leurs axes : ils y produisirent des modifications en rapport avec leurs pans latéraux. Mais comme leur pouvoir était très faible, je les ai fait réagir sur les couleurs que la polarisation développe dans les lames de chaux sulfatée, prises au degré de minceur où les moindres variations produites dans leurs teintes sont le plus évidemment perceptibles. J'ai trouvé ainsi que le système lamellaire dominant de chaque fuseau octaédrique, dirigé parallèlement aux faces externes, exerce sur les rayons qui le traversent une action analogue à celle des piles de glaces réfringentes à intermittences brusques, en ce qu'elle naît de même dans le plan de réfraction et suit tous ses mouvements; mais essentiellement différente par le mode de polarisation apparente qu'elle imprime, lequel est pareil à celui que produiraient des lames minces cristallisées, douées de la double réfraction moléculaire attractive, et dont la section principale serait perpendiculaire au plan de réfraction actuel de chaque fuseau. Cette conclusion a été confirmée par le sens d'action, comme par la diversité des figures colorées, qu'ont présentées les modifications soit naturelles, soit artificielles, de l'octaèdre primitif, lorsqu'il a été tronqué perpendiculairement à l'un de ses axes en plaques pyramidales; ou transformé en cube par l'apposition idéale de lames cristallines parallèles à ses faces; ou enfin, lorsque le système lamellaire dominant de ces faces, s'est trouvé éprouver près des arêtes du cristal des modifications dirigées dans le sens du dodécaèdre. Dans ces divers cas, si l'on enlève une portion quelconque du cristal, par une section dirigée parallèlement aux rayons transmis, le reste de la masse continue d'agir comme auparavant. Ainsi, chaque série d'éléments moléculaires, située sur le trajet d'un filet lumineux infiniment mince, exerce un pouvoir résultant de sa propre constitution, sans dépendre de la réaction des séries environnantes (1).

(1) Comme ces observations exigent un champ de vision assez étendu, on les fait commodément de la manière suivante. Un large faisceau de lumière blanche des nuées

» Mais les cristaux que l'on peut se procurer dans les laboratoires, n'auraient pas suffi pour établir avec assez de certitude les lois physiques, conséquemment les caractères distinctifs de ce genre d'action. Car, outre qu'ils sont presque toujours d'un petit volume et imparfaitement limpides, leur

---

est d'abord polarisé par réflexion sur une glace noire horizontale. De là, il continue sa route dans un tuyau d'une certaine longueur, intérieurement noirci, qui exclut les rayons trop obliques à l'axe de vision pour pouvoir être suffisamment bien polarisés en même temps que le rayon central. Le faisceau ainsi limité circulairement est reçu dans un gros prisme réflecteur de Nicol, tourné autour de l'axe de vision dans un sens tel que la glace paraisse noire quand le faisceau qui lui parvient est complétement polarisé en un sens unique dans le plan vertical où il a été réfléchi. Ce prisme est fixé ainsi, à quelque distance au-delà du tuyau, afin que l'on puisse interposer dans le trajet du faisceau lumineux, les corps dont on veut étudier l'action. Tout cet appareil est recouvert, dans sa partie supérieure, d'une grande feuille double de papier noir, qui retombe à droite et à gauche pour abriter le prisme et l'observateur contre la lumière étrangère qui pourrait leur arriver latéralement. Lorsque les cristaux que l'on veut observer ne sont pas taillés naturellement, ou artificiellement, en plaques à faces parallèles, on les enferme dans un tube cylindrique fermé par des glaces minces, sans pouvoir polarisant propre; et on les y entoure d'une solution aqueuse saturée par la même espèce d'alun, pour y faciliter l'introduction et le passage du faisceau polarisé sur lequel on veut les faire agir. Alors leur pouvoir se manifeste par la restitution de la lumière transmise dans le prisme analyseur. Si ce pouvoir est trop faible pour produire immédiatement des couleurs, on le fait réagir sur la teinte extraordinaire d'une lame mince de chaux sulfatée placée avant le prisme, et dont la section principale, préalablement reconnue, est fixée de manière à former un angle de 45° avec le plan de polarisation primitif. La modification que cette teinte éprouve dans l'ordre des anneaux, en diverses parties du champ apparent, montre le sens, ainsi que la nature, semblable ou opposée, de l'action qui la produit. Le degré de minceur de ces lames qui est le plus favorable, est celui où leur teinte extraordinaire propre correspond au pourpre du troisième ordre de Newton, qui est représenté par le nombre 21 dans sa table des anneaux formés par l'air. Cette teinte est un bleu un peu violet, pareil à celui de la fleur du lin. Alors leur sensibilité de variation est extrême, parce que la moindre addition à leur action fait descendre leur teinte à un bleu foncé, puis à un vert très vif; tandis que la moindre diminution fait monter cette teinte au rouge de sang, puis au rouge brillant des œillets de mai, comme l'indiquent les dénominations de ces couleurs qui la précèdent et la suivent dans la table de Newton. Seulement, il faut remarquer que toutes les actions très faibles n'y pouvant produire que ces deux modifications de nuances, on ne doit pas conclure l'égalité de leur énergie, ni même de leur nature, par la seule identité apparente de couleurs qu'elles produisent. Mais une fois qu'on a ainsi constaté leur existence par cette épreuve délicate, on peut distinguer leurs divers degrés d'énergie, en les faisant réagir sur d'autres lames où leur inégalité se manifeste.

configuration cristalline n'est bien souvent qu'une enveloppe qui cache une constitution intérieure irrégulière et discontinue. Toutes ces circonstances conspirent pour rendre leurs effets d'une extrême faiblesse. Heureusement, la seule expression de l'intérêt scientifique qui s'attachait à ces recherches, m'obtint le secours de deux personnes avec lesquelles je n'avais eu jusque là aucun rapport. M. Monod, négociant de Paris, voulut bien me mettre en relation avec M. André Gautier, manufacturier à Quessy, près La Fère, son correspondant et son ami. Par suite de cette intervention efficace, M. Gautier, avec une obligeance dont je ne puis assez le remercier, m'envoya de ses propres fabriques une immense collection de cristaux d'alun, de toutes dimensions, parfaitement transparents, et offrant une telle variété de groupements, de formes, ainsi que d'accidents intérieurs, qu'on y trouvait tous les éléments d'une étude complète. Leur seul aspect me montra d'abord que, dans ces grandes fabrications d'alun, les plus gros cristaux et les mieux définis ne sont pas produits, conformément aux fictions géométriques, par l'influence primitive d'une seule molécule octaèdre, autour de laquelle une infinité d'autres viendraient successivement se grouper suivant des lois continues et symétriques de décroissement; mais que le volume du cristal total se compose généralement de divers systèmes lamellaires distincts, souvent visibles, lesquels naissant isolément aux limites d'une masse d'abord confuse, dont l'agrégation se régularise, se dirigent les uns vers les autres, suivant des relations d'obliquité propres à leur association dans un même système octaédrique; puis s'étant prolongés ainsi individuellement jusqu'à se joindre, déterminent par leur extension accidentelle la constitution intérieure du cristal total limpide, dont les surfaces externes sont seules, mais toujours conformes aux relations angulaires résultantes de la fiction des décroissements (1). Dans un tel mode d'association, la condition de symétrie des faces limites n'est évidemment pas nécessaire, et aussi est-elle rarement réalisée. Maintenant, ces indications de structure, souvent manifestées par les accidents intérieurs, sont toujours confirmées par le sens, comme par

(1) Cette constance de relation angulaire semble évidente par l'aspect des cristaux. Néanmoins il serait utile d'en vérifier l'exactitude absolue par le goniomètre à réflexion, dans les cas extrêmes où la grande disproportion d'étendue des divers systèmes lamellaires qui concourent en une même plage des cristaux, pourrait y rendre supposable quelque chance de variation très petite. Il conviendrait, par exemple, d'appliquer cette épreuve aux angles du sommet des pyramides symétriques, tronquées et non

l'étendue de l'action que chacun des systèmes lamellaires réunis exerce sur la lumière polarisée dans la plage où il domine, en y appliquant les caractères physiques reconnus plus haut. Mais alors, en vertu de l'individualité plus marquée, et plus prolongée, que l'isolement de formation leur donne, l'énergie de leur action devient bien plus considérable. On n'a plus besoin de les associer à une lame mince de chaux sulfatée pour rendre leur pouvoir sensible; ils le manifestent visiblement sur la lumière polarisée sans cet intermédiaire, en y développant des couleurs aussi vives et aussi brillantes que celles que produisent ces lames elles-mêmes, d'après la belle découverte de M. Arago.

» J'ai profité de ces circonstances favorables pour étudier l'action isolée des systèmes lamellaires, que j'avais pu d'abord seulement conclure des observations faites sur leur ensemble, dans les octaèdres complets, où ils étaient symétriquement associés autour d'un même axe. Pour cela j'ai choisi des cristaux où un même système se montrait évidemment dominant dans certaines parties de la masse totale; et, soit par le clivage naturel, soit par le travail mécanique, j'ai extrait de ces parties des plaques assez peu épaisses pour que l'action des systèmes transverses pût être présumée insensible, auquel cas ces plaques devaient exercer sur les rayons polarisés une action constante, quand on les tournait dans leur propre plan, sous une même obliquité à l'axe de vision. Cela eut lieu, en effet, ainsi; et l'action oblique se montra toujours uniquement relative au plan de réfraction actuel, en suivant les mêmes lois que l'observation des fuseaux octaédriques avait indiquées. Alors j'observai ces plaques sous des inclinaisons diverses, tant dans l'air que dans l'eau saturée de la même espèce d'alun, pour voir comment leur action variait par cette circonstance. Je la trouvai d'abord insensible, sous l'incidence normale; puis croissante pour chaque plaque, à mesure que le rayon devenait plus oblique aux lames composantes; et lorsqu'il était transmis dans leur plan même, l'effet produit par les plaques d'un même système croissait avec la longueur du trajet qu'il y pouvait parcourir; mais je n'ai pas encore déterminé suivant quel rapport. Je m'assurai ensuite que deux pareilles plaques agissent en concordance quand leurs plans de réfraction

---

tronquées; à celles qui offrent, sur leurs arêtes latérales, une seule face développée du dodécaèdre; et aussi à celles qui ont pris la forme d'un coin très allongé, par l'extension excessive des deux systèmes lamellaires qui concourent dans l'arête longitudinale. M. de la Provostaye, qui se livre avec succès à des recherches très importantes de cristallographie chimique, m'a promis d'effectuer sans délai ces vérifications.

sont parallèles, et en opposition quand ils sont croisés rectangulairement, précisément comme feraient deux lames cristallisées douées d'une même espèce de double réfraction moléculaire, qui auraient leurs sections principales respectivement placées dans des situations analogues. Aussi, en variant convenablement leur obliquité sur l'axe de vision, on pouvait amener les plaques croisées à se compenser mutuellement; et alors le rayon transmis se trouvait complétement réduit à son état de polarisation primitif. Je n'ai pas encore pu déterminer suivant quelle loi les actions simultanées font varier les couleurs, lorsque les plans de réfraction sont rendus parallèles; et je suis porté à croire que, dans cette circonstance, comme aussi pour les actions individuelles, les teintes développées ne suivent pas l'ordre des anneaux colorés de Newton, si ce n'est peut-être dans leurs premières intermittences. Mais, en réunissant l'unité de système lamellaire dominant, avec une longueur suffisante de trajet du rayon dans une même plaque, j'ai vu le mélange des réfrangibilités diverses devenir assez complet pour donner des images sensiblement blanches dans le prisme analyseur. Alors une telle colonne d'alun lamellaire a reproduit des images colorées quand je l'ai combinée avec des plaques épaisses de chaux sulfatée ou de cristal de roche, dont la section principale était normale au plan de ses lames, suivant lequel se mouvait le rayon transmis.

» Ces phénomènes d'opposition et de concours, opérés entre des plaques d'alun où un seul système lamellaire domine, et déterminés par la seule direction relative de leurs lames constituantes, montre que l'effet produit sur la lumière polarisée par un cristal total, doit être considéré comme une résultante d'actions exercées pendant le trajet du rayon lumineux par tous les systèmes de clivage lamellaires, visibles ou invisibles, que la configuration de la molécule intégrante permet de concevoir mathématiquement réalisables dans le cristal, en chacun des points de ce trajet. Cette notion générale a été confirmée, en observant les modifications d'un faisceau polarisé, transmis successivement ou simultanément, sous des obliquités diverses, à travers les parties d'un même cristal dans lesquelles le système lamellaire dominant était évidemment indiqué, soit par des accidents intérieurs, soit par la proximité des faces externes. Je l'ai vérifiée encore en extrayant ces systèmes de la masse entière, et les faisant agir à part ainsi détachés; ou enfin en exposant le rayon à leurs influences successives, sans les séparer des cristaux auxquels ils appartenaient. Je fis d'abord ces expériences avec des plaques à faces parallèles taillées artificiellement dans des sens divers; mais je trouvai ensuite un moyen plus simple, qui consiste à

compenser les réfractions angulaires des faces naturelles, par l'opposition d'un prisme de verre convenablement choisi et complétement dépourvu d'action polarisante propre. Car, pouvant ainsi transmettre immédiatement le rayon polarisé en toute direction, dans un cristal quelconque, on peut reconnaître aussitôt le sens ainsi que l'intensité des actions qu'il exerce par ses divers systèmes lamellaires, de quelque manière qu'ils soient assemblés; et toutes les particularités de leur distribution, de leur extension, de leur énergie relatives se voient ainsi d'un seul coup d'œil. Cette manière simple de pénétrer dans l'intime structure du cristal total, décèle une infinité d'accidents de pénétration que l'on ne soupçonnerait jamais par le seul aspect des faces externes. Je m'en suis servi pour constater que, si l'on clive un gros cristal d'alun assez nettement pour pouvoir remettre ses fragments dans leur contact primitif, par l'interposition d'une couche très mince de térébenthine épaissie, le système ainsi réagrégé continue d'agir sur la lumière polarisée comme si ses parties n'avaient pas été désunies ; de sorte que, s'il s'opère entre elles quelque réaction, comme dans le verre trempé, ce que je ne voudrais pas supposer absolument impossible, elle doit être du moins excessivement faible comparativement aux actions propres des systèmes lamellaires constituants. J'ai répété ces épreuves d'une autre manière, en chauffant symétriquement, et dissymétriquement, des plaques naturelles ou artificiellement taillées, que je plaçais sur un support de porcelaine. J'ai amené ainsi leurs faces externes jusqu'à un commencement de fusion, et j'y ai déterminé ensuite des fissures qui les traversaient de part en part, en y déposant quelques gouttes d'alcool froid. Mais tout cela n'a produit aucune modification appréciable dans les limites d'action résultante des systèmes lamellaires qui n'étaient pas individuellement décomposés; et, ce qui m'a plus surpris, les teintes mêmes qu'ils développaient immédiatement dans la lumière polarisée ne m'ont pas paru subir de changement sensible avant cette décomposition. Le temps m'a manqué pour suivre ce genre de modification par la chaleur communiquée; mais les épreuves précédentes suffisaient pour mon but principal, qui se bornait à constater que les séries de molécules situées sur le trajet d'un même filet lumineux exercent un pouvoir attaché à leur arrangement lamellaire propre, indépendamment de la réaction mécanique des séries environnantes (1).

---

(1) Les cristaux limpides que l'on peut obtenir dans les grandes fabrications d'alun, se présentent le plus habituellement sous la forme de pyramides aiguës, ou tronquées à

» Sachant, par ce qui précède, dans quel sens il faut tailler ou observer les cristaux d'alun, pour manifester le plus puissamment l'action de leurs systèmes lamellaires sur la lumière polarisée, je me suis servi de cette connaissance pour constater de nouveau, avec une entière certitude, la singulière différence qui existe dans leur aptitude à produire ces phénomènes, selon qu'ils contiennent ou ne contiennent pas d'ammoniaque. Dans mes premières expériences, j'avais reconnu cette propriété en voyant que de gros cristaux octaédriques, extérieurement très réguliers, ne produisaient aucune modification appréciable sur la lumière polarisée, étant combinés avec les lames de chaux sulfatée les plus sensibles; et j'avais trouvé, par les épreuves chimiques, qu'alors ils ne présentaient pas de traces d'ammoniaque, tandis que tous les cristaux actifs en renfermaient. J'avais reproduit ce fait, en plaçant de pe-

---

leur sommet ainsi que sur leurs arètes; et ils prennent souvent aussi la forme de coin, ou d'arête de toit, par l'extension accidentelle de deux de leurs faces opposées. La direction de ces faces égales ou inégales, indique généralement la direction du système lamellaire qui domine jusqu'à une certaine profondeur dans les parties du cristal qui les avoisinent, et on le reconnaît par les traces mêmes que montrent souvent au dehors les lames superposées. Le meilleur moyen de mettre les actions de ces systèmes en évidence, est donc de couper les faces du cristal par des plans perpendiculaires à l'arête commune dans laquelle ils se réunissent, et d'en former ainsi des plaques à faces parallèles, à travers lesquelles on transmet le faisceau polarisé, qui se trouve ainsi dirigé dans les plans mêmes des lames composantes. Alors, si la plaque a seulement quelques centimètres d'épaisseur, elle développe immédiatement dans le prisme analyseur des bandes colorées, propres à chacun des systèmes lamellaires intérieurs qui sont parallèles aux deux faces adjacentes du cristal; et l'on reconnaît même la surface intérieure de concours où toutes leurs lames vont mutuellement se rejoindre. Lorsque le cristal est bien pur et régulièrement formé, la disposition des lames est symétrique des deux côtés de cette surface de jonction, qui est alors plane; et les couleurs qu'elles développent sont disposées aussi par bandes également inclinées qui forment un spectacle très curieux. On peut observer des effets analogues sans tailler les cristaux, en compensant les réfractions angulaires de leurs faces par l'opposition de prismes de verre sans force polarisante propre. Si l'on applique, par exemple, ce procédé à un long cristal de la variété cunéiforme, en faisant passer successivement les rayons polarisés dans le sens de sa plus grande longueur et dans le sens transverse, on verra successivement l'inégalité d'action de ces systèmes lamellaires, dans ces deux directions où ils se trouvent diversement parcourus par les rayons lumineux. L'observation dans le sens transverse montrera aussi aux deux extrémités de la longue arête, le commencement de prédominance des systèmes lamellaires des faces terminales que le rayon parcourt alors suivant le plan de leurs lames, tandis qu'il traverse les autres beaucoup moins obliquement.

tits cristaux de ces deux espèces, préparés par M. Pelouze, et vérifiés par moi-même, dans des anneaux de verre fermés par des glaces minces et entourés de leur propre solution. Car, lorsqu'on introduisait tour à tour ces deux appareils dans le trajet d'un faisceau de lumière polarisée, en avant d'une lame mince de chaux sulfatée très sensible, tous les cristaux sans ammoniaque se montraient absolument inactifs; et tous les autres, contenus dans l'autre anneau, développaient des différences de couleur très vives. J'ai repris depuis ces gros cristaux octaédriques exempts d'ammoniaque. J'en ai fait tailler quelques-uns en plaques, dans les directions de coupe les plus favorables; j'en ai observé d'autres dans tous les sens en compensant leurs réfractions angulaires par des prismes de verre sans pouvoir polarisant propre; et malgré tous ces artifices, qui, dans les cristaux contenant de l'ammoniaque auraient infailliblement développé des couleurs très vives sans aucun intermédiaire (1), je n'ai pu rien voir dans ceux-ci, même en les combinant avec les lames de chaux sulfatée les plus sensibles, si ce n'est çà et là quelques faibles traces d'action irrégulièrement réparties dans leur masse, telles qu'en pourraient manifester des systèmes lamellaires indécis, ou dont les effets seraient presque exactement compensés par la diversité infinie de leurs directions. Tandis que de tout petits cristaux d'alun ammoniacal que m'a donnés M. Pelouze, étant enfermés depuis plusieurs jours dans leur propre solution incomplétement saturée, et n'ayant plus peut-être un millimètre d'épaisseur, exercent encore une action très évidente, par laquelle on distingue parfaitement les petits fuseaux octaédriques qui les constituent. Une telle différence d'effet est sans doute assez surprenante entre des combinaisons que l'on considère comme isomorphes, et dont les cristaux continuent à croître, étant transportés de l'une dans l'autre, selon ce que M. Gay-Lussac a observé. Elle le paraîtra davantage encore, si l'on considère que, même dans l'alun complétement ammoniacal des chimistes, la proportion constituante d'ammoniaque ne s'élève pas à $\frac{38}{1000}$ de leur poids; et dans les fabrications

(1) Je veux seulement parler ici des couleurs que les cristaux dont il s'agit auraient développées dans leur masse totale; car j'ai trouvé, par exemple, des plaques d'alun ammoniacal, taillées perpendiculairement à l'axe de l'octaèdre, qui se montraient actives seulement dans le voisinage de leurs faces latérales, les parties centrales de leur masse étant inactives sous l'incidence perpendiculaire. Par conséquent, si l'on eût extrait un parallélipipède comprenant seulement ces parties centrales, il eût été isolément inactif dans ce même sens, quoiqu'il eût pu ne pas l'être dans le sens transversal.

en grand où cet alcali n'est introduit que comme auxiliaire, sa proportion pondérale est encore bien moindre. Car M. H. Deville l'a trouvée seulement de six ou sept millièmes dans des cristaux très actifs que je lui avais remis et qu'il a analysés avec les plus grands soins. La composition chimique de ces produits a pour fondement commun un équivalent de sulfate aluminique et vingt-quatre équivalents d'eau, unis à un autre équivalent, lequel peut être du sulfate potassique, ou du sulfate ammonique accompagné alors d'un atome d'eau nécessaire à son existence, comme l'a remarqué M. Pelouze, ou enfin une somme quelconque de ces deux sulfates formant un équivalent complexe auquel s'ajoute la proportion d'eau que le second exige. Maintenant, la présence du sulfate ammonique dans ces combinaisons, donnerait-elle aux ingrédients du système total la nécessité, ou seulement la propension de s'agréger entre eux par couches physiquement distinctes, dont les alternatives hétérogènes feraient éprouver à la lumière polarisée qui les traverse, des modifications successives, infiniment faibles, mais infiniment réitérées dans une épaisseur sensible, de manière à produire en somme les effets finis que nous observons? Ce qui pourrait le faire présumer, c'est que des cristaux d'alun ammoniacal, *exempts de potasse*, où l'alumine était remplacée par le peroxide de fer, et que M. Regnault m'avait donnés, m'ont présenté des indices indubitables d'action. Mais la discontinuité de leur structure interne rendait leurs effets trop faibles pour que j'aie pu les attribuer avec certitude à l'état lamellaire, et non à une autre cause que j'indiquerai plus loin. Une discontinuité plus grande encore et plus constante s'observe toujours dans les cristaux d'alun purement potassique. Car, même lorsqu'ils sont le mieux configurés à l'extérieur, et complétement limpides, on leur trouve, en les cassant, une fracture vitreuse sans indice de système lamellaire continu; ou, s'ils offrent des couches bien décidées, les lames qui les composent ont leurs faces limites tournées en des sens divers, de manière que leurs systèmes lamellaires, s'ils sont actifs, pourraient se compenser mutuellement. Du moins ces deux cas de confusion, ou d'opposition, se sont toujours présentés à moi, dans les cristaux de cette sorte que j'ai eu l'occasion d'étudier; et ils n'ont imprimé à la lumière polarisée aucune modification attribuable à leur structure interne. Par ces motifs, lorsqu'un cristal d'une certaine espèce d'alun continue de grossir dans une dissolution d'une autre espèce, il serait très intéressant d'examiner comment les molécules de cette dissolution s'agrégent entre elles autour du noyau central, et si elles conservent leur tendance propre à se superposer, ou à ne pas se superposer en systèmes la-

mellaires continus agissant sur la lumière polarisée. Cette expérience, et toutes celles en général que l'on pourrait faire pour modifier le mode de cristallisation, lamellaire ou non lamellaire, propre à chaque espèce d'alun, seront très utiles pour guider les théoriciens dans le choix des impressions qu'ils devront attribuer à la lumière quand elle traverse des systèmes de lames cristallines, homogènes, ou hétérogènes, afin de reproduire, par le calcul, les phénomènes que je viens d'exposer. Mais je livre cette tâche à de plus habiles. Mon but a été seulement de bien établir, par l'expérience, la réalité de ce genre d'action, sa nature spéciale, ses caractères physiques distinctifs; et d'indiquer exactement l'espèce d'appareil naturel qui l'exerce, par la dénomination de *polarisation lamellaire* que j'ai cru devoir lui donner. Les expériences sur lesquelles je me suis appuyé dans ce résumé se trouveront rapportées en détail dans mon Mémoire; mais les procédés que j'ai indiqués ici suffiront aux physiciens pour reproduire les mêmes phénomènes, avec tous les cristaux d'alun que l'on peut trouver dans les fabrications habituelles, et même avec leurs moindres fragments. Je n'ai plus qu'à présenter deux courtes remarques pour compléter les indications qui peuvent leur servir.

» La première, c'est que les phénomènes observés ici sur la lumière doivent très probablement avoir leurs analogues dans l'action des cristaux d'alun, de diverse composition et de diverse forme, sur la chaleur rayonnante polarisée. S'y retrouveront-ils? c'est un point qui mérite d'être constaté par l'expérience. Car, si les systèmes lamellaires agissent sur cette chaleur de la même manière, ils devront, étant employés isolément ou simultanément, en même direction ou suivant des directions diverses, apporter des modifications très curieuses à cette faculté de perméabilité presque exclusive pour une espèce spéciale de rayons calorifiques, découverte par M. Melloni. Et cette étude pourrait éclaircir plusieurs phénomènes très singuliers que j'ai cru apercevoir dans la transmission successive de la lumière à travers des systèmes lamellaires d'inégale puissance, ou de différente nature.

» Ma seconde remarque a pour but de prévenir l'illusion que pourrait causer aux expérimentateurs une action polarisante, bien connue à la vérité, mais qui interviendrait inexactement dans les phénomènes que j'ai décrits, si l'on ne prenait soin de l'exclure. Lorsqu'on opère avec des systèmes lamellaires, dont l'effet est très faible, soit par leur peu de pouvoir propre, soit par le peu de longueur du trajet que le rayon y parcourt, il faut les incliner autant qu'on le peut sur l'axe de vision pour rendre ce trajet plus

oblique, et accroître ainsi l'effet total que l'on veut observer. Or, quand ces systèmes ont une épaisseur très petite comparativement à leur étendue dans le sens des lames qui les composent, comme cela arrive presque toujours dans des cas pareils, le rayon pourrait s'y transmettre alors au moyen de deux réfractions très obliques séparées par une ou plusieurs réflexions totales, opérées intérieurement sur les faces externes de la lame inclinée. C'est un cas qu'il faut soigneusement éviter. Car, d'après une découverte de Fresnel, de pareilles alternatives développent dans tous les corps quelconques, dans les fluides même, des effets de polarisation, dont il a trouvé les lois avec une sagacité incomparable. Et, selon ces lois, comme selon les expériences, ces effets ressemblent à ceux des systèmes lamellaires, en ce qu'ils se rapportent de même aux plans actuels de réflexion et de réfraction, comme aussi en ce que leur réaction sur les lames minces cristallisées modifie leurs couleurs propres dans le même sens. Par exemple, si l'on ne songeait pas à les éviter, on pourrait croire que de petits octaèdres d'alun potassique, ou de chaux fluatée limpide, agissent sur la lumière polarisée, parce qu'en les inclinant comme je viens de le dire, ils modifient les couleurs des lames minces sensibles; et cela m'est d'abord arrivé à moi-même. Mais on reconnaît l'illusion en répétant l'expérience sur ces mêmes octaèdres entourés d'eau, ou extérieurement enduits d'une couche de cire. Car ces modifications du milieu ambiant annullent les changements de teintes que le rayon obliquement transmis produisait; au lieu qu'ils auraient persisté, comme on voit qu'ils persistent dans l'alun ammoniacal, lorsqu'ils sont opérés par la transmission directe, ou très oblique, à travers la masse même du système lamellaire, à une distance de ses surfaces externes à laquelle le milieu ambiant n'exerce pas d'action sensible. Cette persistance, autant que l'énergie des actions, est une des propriétés qui caractérisent les effets réels des systèmes lamellaires. Je ne veux pas affirmer, pour cela, que ces derniers soient absolument indépendants de causes analogues, c'est-à-dire de réfractions et de réflexions, totales ou partielles, opérées par alternatives infiniment nombreuses entre les couches dont ils sont composés. Car, sans vouloir non plus les attribuer positivement à ce genre d'action, je puis ajouter qu'ils s'en rapprochent par des analogies physiques peut-être très profondes. Par exemple si, avant ou après une plaque active d'alun, on transmet le rayon polarisé à travers un prisme de verre isoscèle non trempé, où il puisse éprouver deux réfractions très obliques séparées par une seule réflexion totale dans l'azimut de 45°,

cette interposition réagira sur les teintes propres du système lamellaire, je ne dis pas de même, mais dans le même sens qu'un autre système lamellaire pareil, dont le plan de réfraction serait placé semblablement. Deux prismes ainsi disposés consécutivement, agissent plus puissamment qu'un seul, et trois plus que deux; de manière, par exemple, que leur action totale peut sembler équivalente à un seul rhomboïde de Fresnel où deux réflexions totales sont séparées par deux réfractions perpendiculaires. Or un tel assemblage de trois prismes en contact successif par les seules arêtes de leurs bases, figure assez bien des conditions intermittentes d'action, analogues à celles qu'on pourrait supposer opérées dans une rangée de molécules intégrantes octaédriques telle que la conçoit la cristallographie; c'est-à-dire, ayant un de leurs axes parallèle, et les seules arêtes de leur section centrale en contact, ou séparées par l'intervalle qu'exige toujours la porosité. Mais l'observation seule ne permet pas de suivre plus loin cette comparaison. Car, en premier lieu, les systèmes lamellaires de l'alun déterminent immédiatement des phénomènes de coloration très vifs quand on analyse la lumière polarisée sur laquelle ils ont agi, ce que ne font pas les rhomboïdes de Fresnel, non plus que les assemblages de prismes. Deuxièmement, l'énergie de ces systèmes peut aller jusqu'à développer des couleurs, par compensation, avec des plaques épaisses de chaux sulfatée, ou de cristal de roche parallèles à l'axe, effet auquel les appareils mentionnés ne peuvent atteindre. Enfin les successions multipliées de réfractions brusques et de réflexions totales, modifient les couleurs ainsi produites, autrement que ne le font les systèmes lamellaires naturels, quand on les combine entre eux. Mais malgré ces différences, ayant à parler nécessairement de ces actions brusques pour éviter l'illusion que j'ai voulu prévenir, je n'ai pas cru devoir taire ces analogies, si éloignées qu'elles pussent être. Car Fresnel ayant soumis les effets de ses rhomboïdes au calcul analytique, avec un génie d'invention et une finesse expérimentale que l'on ne peut trop admirer, j'ai pensé qu'il n'était pas inutile d'indiquer les connexions qu'on pouvait y entrevoir avec les phénomènes opérés par les systèmes lamellaires cristallins, afin de les présenter aux théoriciens qui auraient l'habileté de les rendre plus intimes, si elles peuvent le devenir. »

MÉMOIRES LUS.

HYGIÈNE. — *Influence de la vie et des professions sédentaires, de l'air calme et saturé d'humidité, dans la production des maladies chroniques et spécialement de la phthisie tuberculeuse. Moyens hygiéniques de prévenir le développement de ces affections; par* M. FOURCAULT. (Extrait par l'auteur.)

(Commission nommée pour diverses communications de M. *Petit*, relatives à l'influence des habitations sur la santé.)

« J'expose dans ce Mémoire les résultats que j'ai obtenus, au moyen de l'observation et de la statistique comparée, relativement aux effets qu'exercent sur la constitution physique de l'homme deux causes générales qui me paraissent dominer les autres. En puisant à cette double source, on acquiert la preuve que, d'une part, la vie et les habitudes sédentaires, de l'autre l'air calme et saturé d'humidité, produisent un grand nombre de maladies chroniques parmi lesquelles on compte au premier rang la phthisie pulmonaire, les scrofules, le rachitisme, les déformations de la taille. On voit en effet s'accroître la phthisie dans les grandes villes, en raison du nombre de professions sédentaires: sur une population également nombreuse, on voit diminuer sa fréquence parmi les habitants des campagnes, chez les artisans qui travaillent dans des habitations plus ou moins spacieuses et qui exercent leur force musculaire.

» D'après des recherches statistiques dont les résultats ont été publiés, la phthisie tuberculeuse enlèverait à Paris un cinquième et à Londres un quart de la population. Cette proportion est évidemment exagérée. Mais même en la réduisant à un dixième pour la première ville, et à un huitième ou à un neuvième pour la dernière, on trouverait encore entre cette proportion et celle que donne la statistique, pour des localités peu populeuses, une différence remarquable. Ainsi, dans les villes de 2 000 habitants et au-dessous, la phthisie pulmonaire entre à peine pour un quarantième ou pour un cinquantième dans la totalité des décès, lorsque ces villes sont situées dans des lieux élevés et secs. Dans les villages ayant cette position favorable, cette affection ne détruit que la soixantième, la quatre-vingtième et la centième partie de la population sans cesse agissante qui les habite.

» Mais lorsque ces villes et ces bourgades sont situées dans les vallées profondes, étroites, boisées, où l'air est calme et à son maximum d'humidité, la phthisie et les scrofules présentent leur maximum de fréquence. C'est dans ces lieux que l'on trouve le berceau ou la patrie des maladies chroniques. On voit diminuer leur fréquence à mesure qu'on s'élève vers le sommet des montagnes, sur les plateaux sablonneux exposés à tous les vents. Les vallées peu profondes, où l'air circule avec facilité, où l'humidité est peu considérable, ne produisent qu'un petit nombre d'affections chroniques, et, comme dans tous les lieux où les courants atmosphériques se font vivement sentir, on voit prédominer les maladies aiguës. Cependant quelques-unes de ces dernières m'ont paru être le résultat de l'action d'un air calme et humide sur la peau : les fièvres typhoïdes, ayant le caractère adynamique, sont fréquentes à Paris, à Londres, à Rouen, dans quelques vallées, sur les bords humides de plusieurs rivières; elles apparaissent le plus souvent en automne, c'est-à-dire dans les lieux et dans la saison qui tendent à réduire la transpiration à son minimum.

» J'ai vérifié l'exactitude des précédentes observations dans un voyage que j'ai fait à la fin de 1840, en Belgique et en Angleterre. Dans tous les lieux les professions et les habitudes sédentaires produisent de semblables résultats. Les dentellières, les fileuses, les tricoteuses, les lingères, les individus qui restent presque immobiles dans les ateliers, succombent en grand nombre par suite de la phthisie tuberculeuse; cette affection entre pour moitié dans le chiffre des décès dans les maisons centrales de détention de Vilvorde et de Gand. En tenant compte de l'influence de quelques causes débilitantes qui agissent dans l'état de réclusion, on voit que l'homme et les animaux succombent en grand nombre par suite de l'affection tuberculeuse, lorsqu'ils sont renfermés, les premiers dans les prisons, et les seconds dans les étables et dans les ménageries.

» L'influence des lieux bas et humides développe en Angleterre, en Belgique comme en France, une foule de maladies chroniques; la fréquence de ces maladies diminue considérablement sur le littoral, où j'ai observé, notamment en Belgique, la rareté de la phthisie tuberculeuse, des scrofules et de l'affection squirreuse et cancéreuse. C'est à l'influence des courants atmosphériques sur la peau que l'on doit attribuer ces heureux résultats et une partie des effets physiologiques et thérapeutiques observés dans les personnes que l'on envoie aux bains de mer.

» Ces faits montrent que les deux causes générales que j'ai signalées

agissent profondément sur la constitution de l'homme, et déterminent une foule de maladies attribuées à d'autres causes. La physiologie expérimentale fait également ressortir l'influence de ces causes. J'ai déterminé des maladies et la mort des animaux, en suspendant mécaniquement, au moyen de divers enduits, les fonctions respiratoires et sécrétoires dont la peau est chargée. L'expérimentation est donc venue confirmer les résultats de l'observation.

» En poursuivant cette étude, et s'appuyant à la fois, je le répète, sur l'observation et sur l'expérience, on arrivera nécessairement à jeter du jour sur diverses questions de pathologie et sur la thérapeutique. Déjà les faits que j'ai mentionnés et la théorie qui en montre les rapports, nous expliquent l'heureuse influence de l'exercice musculaire, de la gymnastique, de l'équitation, de la navigation, des courses à la campagne, de la danse, chez les jeunes filles trop longtemps renfermées dans les habitations et chez les sujets disposés à la phthisie, aux scrofules et aux déformations de la taille; ces observations nous montrent enfin la voie qu'il faut suivre pour prévenir le développement d'une foule d'affections graves et pour les combattre. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur l'Hydre; par* M. LAURENT.

(Commissaires, MM. de Blainville, Flourens, Serres, Audouin, Milne Edwards.)

Conclusions du premier Mémoire, relatif aux trois modes de reproduction de l'Hydre.

« L'Hydre se reproduit au moyen de trois sortes de corps reproducteurs, savoir : des gemmes ou bourgeons, des œufs, et des boutures ou fragments de tissus.

» *Reproduction par gemmes.* — Il résulte de nos observations, confirmatives de celles de Trembley, et des expériences que nous avons ajoutées à ces observations :

» 1°. Qu'on doit admettre chez l'Hydre une première sorte de bourgeons qui se développent normalement à la base du pied, et deux sortes de bourgeons exceptionnels qui se développent sur tout le corps (les bras et le pied exceptés);

» 2°. Que la première sorte de bourgeons exceptionnels se produit lorsqu'on nourrit les hydres avec des proies vivantes de formes anguleuses, qui distendent irrégulièrement le sac stomacal sur divers points;

» 3°. Que la deuxième sorte de bourgeons exceptionnels des hydres se manifeste sur le lieu même des excrescences pustuliformes et non dans leurs intervalles, après que les excrescences d'abord opaques sont devenues transparentes;

» 4°. Enfin, que nonobstant la non-spécialisation organique reproductive d'un point déterminé depuis la bouche jusqu'à la base du pied de l'Hydre, la structure anatomique de tout le sac stomacal de ces animaux n'en est pas moins appropriée, sur tous les points de l'étendue de ce sac, à la production des gemmes et même à celle des œufs, sous l'influence d'une raison physiologique qui paraît consister dans le concours d'une pléthore hypertrophiante, de l'irritation produite par la distension des divers points du sac stomacal et des circonstances atmosphériques.

» *Reproduction par œufs.* — Des faits exposés dans notre Mémoire, relativement à la reproduction des hydres par œufs, nous pouvons conclure :

» 1°. Que ces animaux se multiplient en arrière-saison, et rarement au printemps, par cette deuxième sorte de corps reproducteurs, proportionnellement à l'activité de leur nutrition;

» 2°. Que lorsque leur nutrition est modérée, et probablement hors l'influence de la distension par des proies anguleuses, la reproduction par œufs se fait constamment chez les hydres vivantes dans leur habitat naturel, à la base du pied, et le nombre des œufs paraît être en général de quatre, qui sont de même grandeur. La reproduction par œufs, dans de telles circonstances, est normale; mais on ne saurait en déduire qu'une organisation ovarienne spéciale est localisée et bornée à la base du pied de l'Hydre;

» 3°. Que lorsque les hydres sont très bien nourries avec des proies rondes ou anguleuses, il se produit des œufs véritables sur tous les points de la peau qui enveloppe le sac stomacal; et ces œufs sont en général très nombreux depuis cinq ou sept jusqu'à douze, quinze ou vingt, et de grandeurs très variables depuis $\frac{1}{6}$ ou $\frac{1}{4}$ de millimètre, jusqu'à un millimètre et demi de diamètre;

» 4°. Qu'il ne sort de chaque œuf qu'un seul individu, dont la taille est en raison directe du volume de l'œuf, et plus ou moins avancé dans son développement embryonnaire.

» *Reproduction par boutures ou fragments.* — 1°. La scissiparité naturelle ou obtenue par la ligature, se rattache au phénomène de la redintégration;

» 2°. Lorsque l'on coupe une hydre en deux moitiés et en tronçons trans-

verses où se trouve une portion du sac stomacal, la reproduction au moyen de ces tronçons peut encore rentrer dans le phénomène de la redintégration;

» 3°. Lorsqu'on divise les hydres en fragments longitudinaux, dont les bords peuvent se rapprocher et rétablir la cavité intestinale, la reproduction obtenue avec ces fragments longitudinaux se reformant en tronçons, se rattache encore à la redintégration.

» 4°. Lorsqu'on pousse la division des hydres jusqu'à les réduire par des coupures successives en lambeaux très petits, et dont les bords ne peuvent plus s'affronter et se reformer en tronçons, on arrive ainsi à n'avoir sous les yeux que des fragments irréguliers qui semblent alors se rattacher aux œufs, ou du moins aux embryons qui se développent dans un ovale et sous une véritable coque.

Conclusions du deuxième Mémoire, relatif au développement complet de l'Hydre.

» Le développement complet de cet animal, de même que celui de la Spongille, comprend son ovologie, son embryologie, et sa vie indépendante.

» Il convient donc de diviser le développement complet de la vie de l'Hydre en trois grandes phases dans lesquelles on peut aussi distinguer les trois âges suivants :

PREMIÈRE PHASE.

Vie latente des corps reproducteurs et de l'œuf.

Premier âge.	De la vie de l'œuf qui commence à poindre.
Deuxième âge.	— qui se fait.
Troisième âge.	— qui se parfait.

DEUXIÈME PHASE.

De la vie embryonnaire.

Premier âge.	De la vie de l'embryon qui commence à se former.
Deuxième âge.	— qui poursuit ses formations embryonnaires.
Troisième âge.	— qui complète sa constitution embryonnaire.

TROISIÈME PHASE.

Vie de l'animal né et tendant à son état le plus parfait.

Premier âge.	De la vie de l'animal né qui commence à s'accroître avant de manger.
Deuxième âge.	— qui se nourrit abondamment et se reproduit par bourgeons ou par boutures.
Troisième âge.	— qui se nourrit peu, se reproduit par des œufs et meurt.

» Les observations microscopiques et les expériences exposées dans ce Mémoire permettent de conclure en outre :

» 1°. *A l'égard des corps reproducteurs :* Qu'on ne trouve d'autre analogie entre l'œuf simple ou univésiculaire de l'Hydre, comparé à celui des animaux plus ou moins supérieurs, qu'avec la substance globulineuse plus ou moins plastique de la vésicule du germe de ces animaux, et que les deux autres sortes de corps reproducteurs (bourgeons et boutures) n'étant autre chose que des portions de tissu soit contigus à la mère, soit détachés de son corps, n'offrent aucune analogie avec la substance de la vésicule du germe des autres animaux, si ce n'est leur mollesse plastique et leur tendance à germer. Mais l'analogie de forme ne peut être soutenue.

» 2°. *A l'égard des embryons :* Qu'il convient de les distinguer en embryons gemmulaires, ovulaires et bouturaires qui présentent des nuances différentielles et des caractères communs. Ces derniers sont que ni à l'origine, ni pendant la durée des formations embryonnaires, on ne peut y distinguer, comme dans le blastoderme des animaux supérieurs, les trois feuillets dits séreux, muqueux et vasculaires, ni d'autres spécialisations organiques que celles qui peuvent se voir très facilement à l'extérieur dans les embryons gemmulaires et bouturaires, et très-difficilement dans les embryons ovulaires.

» 3°. *Enfin à l'égard des animaux qui ont passé de la vie embryonnaire à la vie indépendante :*

» A. Qu'on peut encore saisir des nuances différentielles entre les hydres, selon leur provenance d'embryons gemmulaires, ovulaires ou bouturaires ;

» B. Q'en passant par les trois âges de leur vie indépendante, ces animaux ne présentent qu'un accroissement de leur taille qui varie selon l'abondance ou la rareté de la nourriture, et une augmentation dans le nombre des bras, qui est normalement plus grand dans l'espèce ou la variété dite Hydre verte que dans les autres espèces ou variétés connues sous les noms d'Hydre grise, orangée pâle, etc. ; d'où il résulte que l'estimation des âges de la vie indépendante des hydres est assez difficile à bien faire. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Catalogue général des étoiles filantes et météores observés en Chine pendant vingt-quatre siècles, depuis le septième siècle avant J.-C., jusqu'au milieu du dix-septième de notre ère; par* M. Éd. Biot.

(Commissaires, MM. Arago, Babinet.)

« L'attention qui s'est fixée depuis quelques années sur les apparitions des étoiles filantes et autres météores célestes, a engagé plusieurs savants à rechercher dans nos anciennes chroniques les phénomènes de ce genre qui ont pu être remarqués autrefois en Europe, et ils ont réuni un assez grand nombre de citations qui paraissent s'y rapporter. J'ai entrepris de faire un travail analogue sur les annales de la Chine, dont l'histoire authentique remonte au moins au dixième siècle avant notre ère, et j'ai trouvé dans ces annales un nombre considérable de citations de météores et étoiles filantes, avec la date de l'année, celle du mois, généralement celle du jour, et avec l'indication constante de la direction suivie par les météores observés. J'ai pensé qu'il serait utile de soumettre une traduction exacte de ces documents à l'examen des astronomes, et j'ai effectué cette traduction qui comprend plus de *six cents observations*.

» Ces documents méritent beaucoup de confiance, parce que leur conservation dérive, non pas seulement d'un souvenir assez vague, comme dans les chroniques de notre moyen-âge, mais d'une institution spéciale établie en Chine depuis l'antiquité. En effet, depuis plusieurs siècles avant l'ère chrétienne, les Chinois ont attribué à divers groupes stellaires une influence directe sur les diverses provinces de leur pays. Plusieurs des groupes qu'ils ont formés dans le ciel représentent même des palais de leurs empereurs, des fleuves, des montagnes, des routes de la Chine. Ainsi le ciel chinois a toujours été une véritable représentation du monde chinois, et tout phénomène extraordinaire qui se passait dans une partie du ciel ou dans un groupe stellaire était l'indication infaillible d'un événement qui devait avoir lieu dans les parties correspondantes de la Chine. D'après cette croyance, l'observation habituelle des comètes, des météores, et l'interprétation des pronostics qui s'en déduisaient, formaient un des principaux devoirs des astronomes impériaux, et c'est ainsi qu'ils ont généralement noté avec soin les dates de l'apparition des grandes étoiles filantes,

leur direction, et le nom des groupes stellaires où elles ont paru et disparu. Ces indications, jointes aux autres circonstances du phénomène, ont été conservées dans les archives impériales, et publiées ensuite dans une section particulière des annales chronologiques de chaque dynastie, intitulée section de l'*ordre du ciel* ou de l'*Astronomie*. Les documents contenus dans cette section ont donc en Chine un véritable caractère officiel, et leur authenticité semble complétement irrécusable.

» Le Catalogue que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie des Sciences se compose de deux parties. Les observations comprises depuis le septième siècle avant l'ère chrétienne, jusqu'à l'an 1223 de cette même ère, sont traduites des livres 291 et 292 du grand recueil de Ma-Touan-Lin, célèbre auteur chinois qui vivait au treizième siècle de notre ère, et fut témoin de la conquête de la Chine par les Mongols. Ma-Touan-Lin a réuni dans ces deux livres un grand nombre de documents relatifs aux étoiles filantes et aux pierres tombées du ciel, qu'il a trouvés dans la section astronomique des histoires officielles, antérieures à son époque. M. Abel Rémusat a déjà extrait de ces deux livres, en 1819, cent observations environ qui peuvent se rapporter à des chutes de pierres météoriques, soit par la mention directe de pierres trouvées après l'apparition, soit par la simple mention d'une détonation. Mon but était plus général, et j'ai dû donner la traduction complète des deux livres de Ma-Touan-Lin, y compris les indications déjà publiées par M. Rémusat dans le *Journal de Physique*.

» Pour les siècles postérieurs au douzième de notre ère, l'obligeance extrême de M. Stanislas Julien m'a permis de consulter la continuation abrégée de Ma-Touan-Lin, et la section astronomique de la grande collection des vingt-cinq historiens de la Chine qui s'étend jusqu'à l'an 1647 de notre ère. J'ai pu ainsi conduire mon travail jusqu'à cette époque, où finissent les annales de la dynastie Ming. Celles de la dynastie actuelle des Mantchoux qui lui a succédé, n'ont pas encore été publiées en Chine, l'usage voulant que les annales de chaque dynastie restent dans les archives impériales jusqu'à l'époque où cette dynastie finit, par le changement de son nom ou par toute autre cause.

» J'ai mis une grande attention à identifier les noms des étoiles et les groupes du ciel chinois, avec les noms et les groupes de notre ciel européen. Cette comparaison m'a été facilitée par les recherches des missionnaires du XVIII^e siècle, tels que Gaubil, Noël, qui ont fait une étude spéciale de l'astronomie chinoise en Chine même, et par celles d'autres savants. Je me suis d'ailleurs servi des planisphères chinois que l'on possède

dans divers ouvrages originaux. Les étoiles principales et les groupes se reconnaissent bien, et l'assimilation se fait ainsi avec exactitude. S'il y a quelque incertitude sur la position absolue de certaines étoiles secondaires des planisphères chinois, cette incertitude est renfermée entre des limites assez resserrées, et l'on peut toujours bien reconnaître la direction des étoiles filantes, d'après les repères donnés par les textes.

» J'ai transformé en dates juliennes les dates que ces textes expriment en années de règne, lunes, et cycles de jours. Les années de règne se convertissent en années juliennes, à l'aide d'un ouvrage chronologique chinois dont M. Klaproth a publié une traduction, et l'identification des jours s'obtient par une règle que Gaubil a établie dans son Traité de chronologie chinoise. M. Rémusat n'avait pas appliqué la transformation en jours juliens, aux dates des cent observations qu'il a traduites. J'ai donné les dates juliennes, afin qu'on pût les comparer plus facilement avec les dates originales. On fera aisément la correction grégorienne.

» J'ai joint à la fin de mon catalogue descriptif un tableau général de toutes les observations, classées par années, mois et jours juliens. Ce tableau présente d'un seul coup d'œil le résumé de mon travail. J'y ai noté par un astérisque les observations où un grand nombre d'étoiles filantes ont paru dans la même nuit, et à l'aide des années marquées en marge, on pourra facilement remonter à la description complète du phénomène dans le catalogue.

» Les mois qui contiennent le plus grand nombre d'observations sont ceux de juillet et d'octobre. Les apparitions de beaucoup d'étoiles filantes ensemble sont moins nombreuses dans les textes chinois que je ne l'aurais pensé. Il n'y a au plus que cinquante apparitions en masse, clairement énoncées, et, en général, elles ne semblent pas soumises à une période évidente de retour régulier. Quelques-unes de ces apparitions ont même, d'après les circonstances décrites, une ressemblance sensible avec les aurores boréales, quoique les observateurs fussent généralement placés dans des parallèles inférieurs aux 40^e et 41^e degrés, limite nord de la Chine. Cependant on remarque la périodicité d'une apparition d'étoiles filantes en grand nombre, observée quatre fois de l'an 820 à l'an 841, et ensuite cinq fois de l'an 924 à l'an 933, entre le 20 et le 25 juillet juliens, ou avec la correction grégorienne, entre le 25 et le 30 juillet du calendrier actuel. Avant cette époque, trois apparitions de météores isolés se voient entre les mêmes jours, aux années 352, 568, 642, et plus tard on en compte 13, toujours entre les mêmes jours, dans les années 1006, 1011,

1019, 1045, 1047, 1048, 1059, 1068, 1070, 1073, 1076, 1091, 1131. Le 27 juillet julien 1451 ou 7 août grégorien est également remarquable par une grande quantité d'étoiles filantes. Au XVII[e] siècle, en 1602, on trouve une grande apparition d'étoiles filantes, le 7 novembre julien. Cette date, qui correspond au 16 novembre grégorien, est peu éloignée de celle du 13 ou 14 novembre, signalée à l'attention des observateurs modernes. Je pourrais citer encore les dates du 27 octobre 1602 et du 24 octobre 1533, ainsi que celles d'autres apparitions de beaucoup d'étoiles filantes, observées dans deux siècles précédents, vers le commencement de novembre, mais j'aime mieux soumettre purement à l'examen des savants les documents que j'ai traduits, en espérant que mon travail pourra leur offrir quelque intérêt. »

GÉOLOGIE. — *Mémoire sur les dépôts diluviens de l'Aube, et particulièrement sur celui qui se rapporte à la vallée de la Haute-Seine; par* M. **Leymerie.**

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Cordier.)

L'auteur résume, dans les termes suivants, les faits exposés dans son Mémoire et les conséquences qui lui semblent en découler :

« 1°. Le diluvium occupe, dans le département de l'Aube, trois gisements principaux qui paraissent actuellement bien séparés et qui correspondent à trois vallées, celles de la *Seine*, de l'*Aube* et de l'*Armance;*

» 2°. Les caractères diluviens ne commencent à se montrer d'une manière prononcée, lorsqu'on suit ces vallées en partant de leur origine, qu'à une distance assez considérable, et en des points correspondants à de grands élargissements ou bassins;

» 3°. En ces points, le terrain diluvien prend lui-même une grande extension dans le sens horizontal (maximum, 4 lieues), et aussi dans le sens vertical (maximum 60[m] au-dessus du niveau ordinaire des eaux des vallées); extension qui dépasse considérablement celle que pourraient prendre les rivières actuelles, en supposant même des crues tout-à-fait extraordinaires;

» 4°. Ces terrains diluviens sont tous les trois composés de gravier jurassique, le plus souvent compacte à la cassure, avec quelques fragments de silex et de lumachelle néocomienne et quelques veines sableuses, le tout associé ou mêlé à une terre ordinairement jaunâtre ou rougeâtre argilo-

calcaire ou argilo-sableuse, qui, dans les points où elle est bien développée, occupe en général la partie supérieure (1) : la puissance maximum de ce dépôt est entre 10 et 15^{m};

» 5°. La nature de ces éléments est en rapport avec celle des roches qui encaissent les rivières du côté de leur source ou du moins qui existent dans cette direction à une faible distance; de sorte que les choses se passent comme si les dépôts dont il s'agit s'étaient opérés par l'action de courants suivant la direction et le sens des rivières actuelles, mais qui auraient eu un volume bien plus considérable;

» 6°. Jusqu'à présent on n'a pas rencontré, dans aucun de ces dépôts, de débris de l'homme ni de son industrie. On a trouvé dans deux d'entre eux, au milieu du gravier, des ossements de grands mammifères qui n'existent plus, au moins dans cette partie du globe, et particulièrement une assez grande quantité (15 ou 20) de dents en général bien conservées, ayant appartenu à l'éléphant fossile (mammouth). La partie terreuse des mêmes dépôts a présenté aussi, notamment aux environs de Troyes, des dents qui ne paraissent pas provenir d'espèces perdues, et des coquilles terrestres et fluviatiles analogues à celles qui vivent encore aujourd'hui dans la contrée.

Considérations générales.

» 1°. Si l'on mène par Troyes une ligne dirigée à peu près du N.-E. au S.-O., elle laissera d'un côté (S.-E.) toutes les roches jurassiques qui ont pu fournir au diluvium les graviers qui le constituent essentiellement, et de l'autre côté (N.-O.) la craie proprement dite et des terrains tertiaires appartenant au bassin parisien. D'où il résulte que, soit qu'on attribue le dépôt de ces graviers à un seul ou à plusieurs cours d'eaux extraordinaires, il paraît évident que ce courant ou ces courants ne pouvaient venir que d'un des points cardinaux situés du premier côté, c'est-à-dire de celui où se trouvent seulement les régions jurassiques.

» 2°. La stratification, toute grossière qu'elle est, de notre diluvium; le recouvrement, en beaucoup de points souvent assez élevés, du gravier par une masse de terre limoneuse avec coquilles très fragiles et cependant bien conservées; d'un autre côté, la position de graviers identiques à ceux des

---

(1) On voit que ce terrain ne ressemble guère au diluvium parisien. Il est à remarquer surtout qu'il ne renferme pas, comme ce dernier, de galets de roches anciennes.

vallées sur les collines qui encaissent ces mêmes vallées; les faits que nous a présentés le petit dépôt de tuf de *Resson*, et le morcellement qu'il a éprouvé, nous conduisent à l'idée que le diluvium du département de l'Aube ne s'est pas formé instantanément, mais qu'il est dû à un phénomène assez prolongé qui a eu des périodes de violence et de tranquillité;

» 3°. N'ayant trouvé dans aucune partie de nos graviers la moindre trace de fossiles marins, mais seulement des débris terrestres. D'autre part, la terre jaune ou *Lehm* ne nous ayant présenté que des coquilles terrestres ou fluviatiles, il nous paraît naturel de penser que le transport et le dépôt de ces terrains ont été effectués par des eaux douces;

» 4°. On peut encore tirer de la haute position de nos masses de gravier, une conséquence importante relativement à l'étendue primitive du terrain diluvien dans les contrées dont il s'agit dans ce Mémoire. Si l'on imagine, en effet, que par les points les plus élevés où nous ayons observé ce dépôt, dans diverses parties des vallées de l'Aube et de la Seine, on mène des plans horizontaux, ces plans rencontreront, souvent à de très grandes distances, le relief du sol suivant des courbes qui représenteront à peu près les limites qu'a dû atteindre autrefois le diluvium, et l'on sera étonné de l'énormité de la masse qui manque aujourd'hui et qui a dû être entraînée par dénudation, sans doute dans la dernière période du phénomène considéré dans son ensemble. Toutefois il faut avoir égard ici au peu de régularité que présente ordinairement ce dépôt, circonstance qui permet de supposer que, par exception, des masses de débris et de détritus ont pu avoir été quelquefois portées plus haut que le niveau général par des mouvements particuliers des eaux. Il est vrai qu'on peut faire valoir aussi une considération qui est en quelque sorte mieux fondée encore que la précédente, qu'elle doit au moins contrebalancer. C'est que les points les plus élevés du diluvium dans son état primitif ont très bien pu eux-mêmes être abaissés par l'action des eaux dénudantes. »

M. Savoie adresse en son nom et celui de M. *Greenwood* une Note ayant pour titre: *Description d'un procédé pour le durcissement du plâtre.*

Ce procédé, dont l'invention est due à M. Keene, de Londres, se compose des opérations suivantes: On donne au plâtre une première cuisson qui le prive de son eau de cristallisation, puis, immédiatement après, on le jette dans un bain d'eau saturée d'alun; au bout de six heures on le retire de ce bain, et après l'avoir laissé sécher à l'air, on lui fait subir une seconde cuisson, dans laquelle on doit le porter jusqu'au rouge-brun;

on le porte enfin sous les meules, qui le pulvérisent; après quoi il peut être employé comme le plâtre ordinaire.

« Les gypses le plus propres à subir cette préparation sont, dit M. Savoie, ceux qui se présentent à l'état le plus pur. Ce sont donc des gypses très généralement répandus et, jusqu'ici, peu estimés à raison du peu de solidité du plâtre qu'ils donnent. »

Dans l'établissement fondé par MM. Savoie et Greenwood, on trie les pierres à plâtre avant de leur faire subir aucune cuisson, et on les répartit en trois classes, dont la première seule donne un plâtre d'une parfaite blancheur; la troisième est destinée à recevoir au bain d'alun l'addition d'une certaine quantité de sulfate de fer, et prend ainsi une teinte de terre cuite.

« Le plâtre aluné, dit l'auteur de la Note, doit être gâché serré, de manière à être amené à la consistance de fromage à la crème; les surfaces sur lesquelles on l'applique doivent en outre être suffisamment mouillées pour éviter une absorption trop rapide. Sa prise n'est pas instantanée comme celle du plâtre ordinaire, et il se passe quelques heures avant que le dessèchement commence à s'opérer : jusque-là la pâte peut être remaniée sans inconvénient.

» La dilatation et le retrait sont presque insensibles. Le plâtre aluné est propre, comme le plâtre ordinaire, au moulage des objets d'art, et il l'emporte sur celui-ci à la fois par sa dureté et par un aspect plus agréable, qui rappelle celui du biscuit de porcelaine. Mêlé à des substances colorantes, il peut être employé dans la décoration des édifices comme marbre artificiel....

» Adhérant avec une grande énergie au bois et à la pierre, il peut, poursuit M. Savoie, être employé avec avantage pour les scellements, les jointoiements, et pour le badigeon des édifices, qu'il protége très-efficacement. Mêlé avec une quantité égale de sable, il donne des produits d'une grande ténacité; c'est à cet état qu'on l'emploie presque exclusivement en Angleterre, où depuis près de deux ans on a commencé à en faire usage. »

(Le Mémoire de MM. *Savoie* et *Greenwood* est renvoyé à l'examen de la Commission nommée pour une communication récente de M. *Kuhlmann* sur les ciments et les pierres artificielles.)

M. **Koch** adresse une Note sur un *combustible artificiel* qu'il désigne sous le nom de *carboléine*.

Ce combustible, dont l'invention est due à M. *A. de Weschniakoff*, de Saint-Pétersbourg, se compose de charbon de terre ou de charbon de

bois réduit en poudre et amalgamé avec une suffisante quantité d'huile animale ou végétale. Le mélange, soumis ensuite à une très forte pression, acquiert une grande dureté et ne conserve que 7 parties d'huile pour 100 de charbon.

« Le carboléine, dit M. Koch, donne, à poids égal, cinq fois plus de chaleur que le charbon de terre ordinaire de la meilleure qualité. Et l'on conçoit que pour les usages des bateaux à vapeur, une pareille réduction dans le poids du combustible nécessaire pour une traversée est déjà un grand avantage; et comme il y a en même temps réduction considérable de volume, ce qui permet d'économiser beaucoup l'espace dans l'emmagasinement, le carboléine a évidemment sur la houille une double supériorité dans les applications à la navigation. Des expériences ont été tentées à ce sujet sur un bateau anglais, *le Syrius,* allant de Cronstadt à Copenhague, et, quoique faites dans des circonstances défavorables, puisque le nouveau combustible était appliqué à un appareil de chauffage construit pour le charbon ordinaire, les résultats ont été très satisfaisants. »

A la Note de M. Koch est joint un tableau comparatif des dépenses en carboléine et en houille de première qualité, pour un vaisseau à vapeur de 1000 chevaux de force.

(Commissaires, MM. Dumas, Regnault, Despretz.)

M. Mercier présente un Mémoire ayant pour titre : *Recherches sur une saillie particulière de la valvule vésico-urétrale formant une barrière au col de la vessie.* Ce Mémoire est accompagné d'une Lettre dans laquelle l'auteur réclame comme lui appartenant plusieurs idées émises dans un Mémoire lu récemment à l'Académie par M. Civiale. A l'appui de cette réclamation, M. Mercier adresse un Mémoire qu'il a publié en janvier 1841 et qui a pour titre: *Recherches anatomiques, pathologiques et thérapeutiques sur les maladies des organes urinaires et génitaux considérés spécialement chez les hommes âgés.*

Le Mémoire manuscrit et le Mémoire imprimé sont renvoyés à l'examen de la Commission nommée pour le travail de M. Civiale.

M. Rosier présente une *lampe à mouvement d'horlogerie* dans laquelle, au moyen d'une disposition qu'il considère comme nouvelle, il prévient la possibilité d'une introduction de l'huile du réservoir dans la cavité qui renferme le *mouvement.*

(Commissaires, MM. Gambey, Séguier.)

M. **Araldi**, professeur au lycée des Cadets pionniers à Modène, adresse un *Mémoire sur l'élimination*.

(Commissaires, MM. Sturm, Liouville.)

M. **Constant** présente un Mémoire sur un *nouveau système d'essieux brisés*.

(Commissaires, MM. Poncelet, Coriolis, Piobert.)

M. **de Maupeou** écrit qu'en poursuivant des expériences relatives à un moyen qu'il a imaginé pour prévenir les explosions des chaudières à vapeur, il est arrivé à constater la réalité et la fréquence d'une cause d'explosion signalée par M. *Jacquemet*; il prie l'Académie de vouloir bien désigner une Commission devant laquelle il répétera les expériences qui l'ont conduit à adopter l'opinion de M. Jacquemet.

(Renvoi à la Commission des rondelles fusibles.)

M. **Coulvier-Gravier** adresse un tableau des observations qu'il a faites journellement, pendant une année entière, sur la *direction des étoiles filantes* et sur les *changements de temps*, dans le but de constater les rapports qu'il soupçonne exister entre ces deux ordres de phénomènes.

Ces observations sont renvoyées à l'examen de la Commission qui avait été nommée pour une précédente communication de M. Coulvier-Gravier sur le même sujet.

CORRESPONDANCE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur les puits absorbants naturels des environs de Launoy et sur la source du Gibergeron près de Signy-l'Abbaye, (département des Ardennes)* ; *par* M. A. **Morin**.

« En se dirigeant de Signy-l'Abbaye, canton de Launoy, département des Ardennes, vers l'est et sur les hauteurs où sont situés la ferme de Courcelles et le village de Domery, on parcourt un terrain dont le sol très argileux est propre à la fabrication des briques et très peu perméable aux eaux. La surface présente de nombreuses ondulations dont l'ensemble, sur une très grande étendue, verse les eaux des diverses parties dans un bassin

dont la direction et la pente générale sont du sud-sud-est au nord-nord-ouest.

» Ce bassin, que j'ai parcouru sur près d'une lieue de longueur, en partant de sa partie la plus voisine de la route de Signy à Aubigny, présente à sa surface un grand nombre de fondrières où se perdent les eaux de pluies ou de fonte des neiges. Quelques-unes, en petit nombre, et dans la partie la plus basse, offrent l'aspect d'un petit marais placé au fond d'un creux très-prononcé et d'une profondeur de plus de 6 à 8 mètres, à la surface duquel sont soutenues quelques touffes d'herbes formant des îlots flottants, offrant un appui suffisant mais incertain, à côté desquels il serait fort dangereux de poser le pied, car on disparaîtrait dans la vase : ces bassins contiennent toujours de l'eau à un niveau qui varie peu.

» En continuant à se diriger vers le sud, on aperçoit d'autres fondrières plus ou moins profondes, dont la plus remarquable, par sa grandeur et les autres circonstances qu'elle présente, est située un peu au-dessous de la ferme de Courcelles. Sa longueur est d'environ 150 mètres sur 100 mètres de largeur, et 60 mètres de profondeur; ses flancs et sa partie inférieure sont couverts d'arbres, et son fond offre les marques récentes du passage rapide des eaux dans un petit ravin qui s'y est formé; des arbustes couchés, déracinés; des plantes, des graviers entraînés montrent les traces des derniers écoulements. Ce fond présente une multitude de petits orifices de $0^m,15$, $0^m,25$, $0^m,35$ au plus de diamètre, par lesquels les eaux se sont échappées dans l'intérieur du sol, et qui sont les bouches d'autant de puits absorbants qui ont englouti les eaux versées dans cette fondrière.

» Plus loin on trouve d'autres fondrières analogues, de grandeur très variable, et dont quelques-unes à peine naissantes portent encore sur pied les récoltes de l'année. Parmi ces bassins, il y en a qui ne montrent plus d'orifices béants et qui n'ont peut-être laissé échapper que par des suintements plus lents les eaux dont ils contenaient encore une portion quand je les ai visités.

» En remontant ensuite vers Domery, j'ai ainsi reconnu plusieurs bassins analogues, et suis enfin arrivé à l'un d'eux plus élevé et dans lequel un petit ruisseau, alors réduit à un filet d'eau, donnant au plus quelques litres dans une seconde, venait se perdre et disparaître dans un des trous ou puits absorbants dont je viens de parler.

» Toutes ces fondrières qui reçoivent les eaux d'une vaste étendue de pays, les laissent ainsi rapidement échapper et les versent dans les canaux

ou réservoirs souterrains que leur présente le calcaire grossier qui constitue le terrain, et au moyen desquels s'alimentent les sources du pays.

» Mais, de cette rapide absorption d'une grande quantité d'eau résultent, dans le produit des sources, des variations très considérables qui concordent d'une manière si précise avec les époques des pluies, qu'il ne peut exister aucun doute sur la communication de ces bassins avec les sources.

» L'une des sources les plus remarquables du pays est celle du Gibergeron, qui sort à Signy-l'Abbaye, au pied d'une côte très abrupte, à une dixaine de mètres au plus du ruisseau de Vaux, et à environ 6 *à* 7 *kilomètres du puits absorbant* dont on vient de parler. Le bassin de cette source a environ 15 à 20 mètres de diamètre, et une profondeur générale de plusieurs mètres; mais il y a au fond un orifice de peu d'étendue, par lequel la source surgit du rocher calcaire, et où la sonde accuse une profondeur de 10 à 12 mètres au-dessous du niveau du ruisseau voisin. Les eaux de cette source sont toujours claires, leur température au thermomètre centigrade a été trouvée le 26 mai, à six heures du matin, de 11°,5, tandis que celle des puits voisins était de 11°.

» Le produit de cette source, qui est en temps ordinaire d'environ 200 litres par seconde, s'accroît toujours dix-huit à vingt heures après qu'il a plu abondamment du côté de l'est, aux environs de Launoy et de Domery. Au mois de novembre dernier, une pluie ayant déterminé une fonte rapide des premières neiges, le produit de la source du Gibergeron s'éleva de 200 litres à 6880 en 1 seconde, c'est-à-dire qu'il devint trente-quatre fois aussi fort qu'à l'état normal.

» M. Texier, propriétaire de la plus ancienne filature de Signy-l'Abbaye, dont l'usine est mue par les eaux de cette source, réunies à celles du ruisseau de Vaux, avait remarqué depuis longtemps la relation des crues de la source avec les pluies tombées sur les hauteurs de Launoy, et en avait présumé que ces eaux provenant d'un réservoir très supérieur à leur issue, il devait être possible de les élever à une certaine hauteur sans diminuer sensiblement leur volume. Pour s'en assurer, il a acquis le terrain où la source paraît et en a aussitôt entouré le bassin par une digue qui actuellement la soutient à plus de 3 mètres au-dessus de leur ancien niveau, celui du ruisseau de Vaux, sans que le produit ait paru diminuer. Il s'est ainsi procuré une chute artificielle, qui va lui permettre d'établir un nouveau moteur. Il lui eût été possible, sans doute, d'obtenir encore une plus grande élévation, mais la crainte de voir le sol de la vallée céder à la

pression des eaux et leur offrir ainsi un débouché qui les lui eût fait perdre, a dû l'engager à se borner à la limite, déjà élevée, qu'il a atteinte.

» La formation et l'état de ces fondrières présentant des puits absorbants visibles, susceptibles de donner écoulement à un volume d'eau énorme; l'état presque constant du niveau dans quelques-unes d'entre elles, la concordance périodique des crues de la source du Gibergeron dix-huit à vingt heures après les pluies, les orages ou les fontes des neiges brusques, survenues dans les environs de Launoy, de Domery et de Courcelles, et l'exhaussement artificiel du bassin de cette source, sans diminution sensible de son produit, sont autant de preuves évidentes de l'existence de canaux ou de réservoirs souterrains, situés dans cette partie du calcaire grossier qui constitue le sol de cette partie du département des Ardennes, à une petite profondeur au-dessous de la surface, et offre un exemple remarquable de ces courants ou réservoirs auxquels on doit les puits artésiens des terrains calcaires. »

GÉOLOGIE. — *Observations relatives au Vésuve. Pluie devenue acide en traversant les fumées du volcan. Produits divers formés par sublimation dans l'intérieur du cratère. Nappe basaltique de la Somma considérée par rapport à la théorie des cratères de soulèvement.* — Extrait d'une Lettre de M. **Léopold Pilla** à M. *Élie de Beaumont.*

« . . . Je ne saurais terminer cette Lettre sans vous donner des nouvelles de notre volcan. Le cratère continue à se tenir en état de repos; mais il travaille à la production de différentes substances.

» D'abord il rejette une grande quantité de fumée très chargée d'acide muriatique qui a donné lieu à un phénomène particulier très peu connu: c'est-à-dire que pendant qu'un nuage de cette fumée était répandu dans l'air, il a été traversé par une pluie qui, en devenant acide, a brûlé les produits des champs sur lesquels elle est tombée: phénomène que j'ai eu occasion d'observer deux fois seulement depuis douze années.

» Parmi les substances sublimées dans l'intérieur du cratère, la plus intéressante est le chlorure de plomb, substance qui n'avait plus été produite depuis l'éruption de 1822. A ma dernière visite, j'ai recueilli dans une crevasse une espèce de verre fondu coloré en bleu, qui, après le refroidissement, a pris tous les caractères du cuivre hydrosiliceux; cette circonstance m'a rappelé la même substance que j'ai trouvée sur un dyke d'augitophyre dans l'île *Salina*, l'une des îles Éoliennes. A côté de cette

crevasse, il y avait une grotte dont les parois étaient couvertes de sublimations de chlorure de cuivre du plus beau vert-émeraude; mais à cause de la température très-élevée, il ne me fut pas possible d'en recueillir. Les autres substances données par le cratère sont le soufre, qui est très-rare au Vésuve, et le gypse fibreux. La formation de cette dernière substance est toujours très intéressante dans notre volcan par sa forme fibreuse et par son isolement à la surface des scories, des conglomérats, et dans les cellules des laves qu'elle remplit quelquefois à la manière de l'arragonite et des zéolites. Elle est sans doute produite par la réaction de l'acide sulfureux sur la chaux contenue dans la lave; mais de quelle manière parvient-elle à s'isoler de la pâte de la lave, et à se disposer en couches fibreuses ou en houppes aciculaires? est-ce par une action électro-chimique?....

» Je viens de découvrir tout récemment, dans la Somma, des dykes et des nappes de laves qui étaient tout à-fait inconnues, à cause de leur position inaccessible; ce sont des dolérites micacées avec gros cristaux de labradorite; des augitophyres parsemés de cristaux de cette substance sans leucites; des augitophyres très-cristallins, qui, par la grandeur et l'isolement des grains, répandent beaucoup de lumière sur la composition de quelques laves de notre volcan (celle de *la Scala*, par exemple), dont les grains, par leur petitesse et par leur fusion, sont indiscernables. Il faut dire que les roches de la Somma ne sont pas encore toutes bien connues, ni leurs relations non plus; il reste surtout à voir le rôle que jouent dans cette montagne les roches à base de leucite et celles à base de labradorite, et leur ancienneté relative, ce qui formera l'objet de mes recherches à l'avenir.

» Je me fais aussi un plaisir de vous signaler une assise du même endroit, qui, par ses accidents particuliers, mérite bien de fixer l'attention des géologues dans la question des cratères de soulèvement. Elle se trouve près de l'arête de la montagne, et dans sa pente extérieure (*Fosso de' Minaturi*), à une petite distance de la *Punta del Nasone*. La roche qui la compose est basaltique, très compacte, sans la moindre trace de boursouflure dans sa totalité; c'est une des assises basaltiques les mieux prononcées de la Somma. Elle forme une nappe de l'épaisseur de 12 pieds, qui repose sur un conglomérat, et conserve un parallélisme régulier le long de la pente; elle a un bord scoriacé très mince. L'inclinaison de cette nappe est de 24°, et elle se trouve à la hauteur de près de 3000 pieds au-dessus du niveau de la mer.

» L'explication de ces accidents doit beaucoup embarrasser les partisans des causes actuelles.

» Si l'on admet que la nappe ait été produite sous une condition subaérienne, à la manière des courants modernes du Vésuve, il reste à expliquer comment elle a pu conserver un parallélisme si parfait, et prendre une texture très-compacte sur une pente inclinée de 24°, et tout près de la bouche du volcan. Son contraste sous ce rapport avec les laves du cône prochain du Vésuve est très frappant.

» Si l'on a recours à une condition sous-marine, je ferai observer, 1° que la nappe se trouve à une hauteur très considérable au-dessus du niveau de la mer; 2° que cette émersion, en considérant comme sous-marine l'origine de la montagne, n'a pu être l'effet d'un soulèvement *continental,* ainsi que plusieurs faits viennent de le prouver. Tous les blocs coquillers qui se trouvent dans les conglomérats de la Somma, sont des roches tertiaires récentes et surtout des molasses subapennines, les mêmes qui se trouvent en place à une petite distance dans les Apennins : ce qui prouve que l'origine de cette montagne est postérieure aux formations tertiaires pliocènes; et après ce temps-là il n'y a pas d'exemples, que je sache, d'exhaussements continentaux qui aient fait atteindre une hauteur si considérable (1).

» En définitive, ou la formation de la nappe a été subaérienne, et il reste à expliquer ses accidents, ou elle a été sous-marine, et alors on doit recourir à un soulèvement local. Ainsi nous arrivons toujours aux principes de la théorie du célèbre géologue prussien.

» Je ne reçois pas en aveugle cette théorie, je cherche à m'expliquer les faits, et ceux qui viennent d'être énoncés sont inexplicables par ce qui se passe à présent sous nos yeux.

» J'insiste sur les circonstances de cette nappe basaltique de la Somma, non pas par leur singularité, sachant bien qu'on a occasion de les voir à chaque pas dans les anciens volcans, mais parce qu'elles frappent par leur évidence et par leur contraste avec les circonstances des laves modernes qui sillonnent le cône du Vésuve, qui dans une pente comme celle de la Somma sont toujours bulleuses, scoriacées et rarement aussi forment des masses continues.

---

(1) Ce ne serait, du moins, que dans des contrées fort éloignées du Vésuve, qu'on pourrait citer des exemples de soulèvements opérés en masse et sans ruptures, à des époques très modernes, comme l'indique M. Pilla.

(*Note de M. Élie de Beaumont.*)

» Je crois que la nappe dont j'ai parlé ne tomba pas sous les yeux de M. Dufrénoy, sans cela il en aurait fait mention dans ses remarques sur les inclinaisons des nappes de la Somma (1). »

MÉDECINE. — *Recherches sur l'urine.* — Lettre de M. **A. Becquerel.**

« J'ai l'honneur de vous prier de vouloir bien faire agréer par l'Académie des Sciences le dépôt du paquet cacheté qui est joint à cette Lettre.

» Ce paquet contient les dix-huit premières feuilles d'impression, c'est-à-dire la moitié à peu près d'un ouvrage que je suis occupé à publier, et qui a pour titre *Séméiotique des urines,* ou Traité des signes fournis par les urines dans les maladies.

» Il y a bientôt deux ans que ce travail est terminé, comme le prouve le dépôt fait à l'administration générale des hôpitaux le 25 août 1839, dépôt qui fut fait pour le concours des prix.

» Si je prie l'Académie d'accepter ce dépôt, c'est que j'ai été prévenu, par le *Compte rendu* de la séance du 24 mai dernier, que M. Donné avait adressé une Lettre dans laquelle il annonçait, entre autres choses, qu'il présenterait sous peu un travail considérable sur les modifications des urines dans les maladies. Comme il n'a encore fait part que de quelques résultats, je désire montrer que, si par la suite il arrive à quelques résultats analogues aux miens, ce que je ne prévois pas d'après la marche essentiellement différente que nous avons suivie, on ne puisse me contester une priorité que le dépôt déjà éloigné de mon travail m'assurerait. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — M. **Allent de Roucroy** écrit à M. *Arago* que la fontaine artésienne creusée récemment dans l'enceinte de la citadelle de Lille, éprouve toutes les 24 heures, des variations d'écoulement qui semblent liées au cours des marées. M. Arago avait déjà été informé de ce fait par M. Dégousée.

---

(1) Les nappes de lave de la Somma sur lesquelles M. Dufrénoy a raisonné sont, en effet, remplies de cristaux de leucite (ou amphigène), et d'une texture presque granitoïde, au lieu d'être à grain microscopique, comme celles dont parle M. Pilla. (Voyez *Mémoire sur les terrains volcaniques des environs de Naples,* par M. Dufrénoy, dans le tome IV^{e} des *Mémoires pour servir à une description géologique de la France,* page 296; et dans les *Annales des Mines,* 3^{e} série, tome XI, page 380.)

(*Note de M. Élie de Beaumont.*)

Les savants de Lille, M. *Kuhlmann* entre autres, seront invités, au nom de l'Académie, à étudier ce phénomène avec toute la précision possible. On les priera particulièrement de porter leur attention sur les heures des maxima et des minima d'écoulement, comparées aux heures des marées sur les points de la côte la plus voisine.

M. de Haldat demande à être porté sur la liste des candidats pour une des places de correspondant vacantes dans la section de Physique. A l'appui de cette demande, M. de Haldat adresse une liste imprimée de ses principaux travaux.

(Renvoi à la Section de Physique.)

MÉTÉOROLOGIE. — M. *Arago* présente, de la part de M. Démidoff, *deux* tableaux d'observations météorologiques faites en Sibérie dans le courant de janvier de l'année actuelle. Les anciennes observations de *Nijné* se continueront; seulement on y joindra désormais les observations d'une station située sur le revers opposé de l'Oural, c'est-à-dire sur le revers occidental. La nouvelle station s'appelle *Vicimo-Outkinsk*.

M. de Macedo, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de Lisbonne, annonce l'envoi, fait par cette Académie, de ses publications les plus récentes. Ces ouvrages, qui forment soixante-trois volumes, ont été remis à la légation française, avec un Catalogue de toutes les publications faites par l'Académie de Lisbonne, afin que celles qui manqueraient dans la Bibliothèque de l'Institut pussent lui être adressées dans un prochain envoi.

M. le Chargé d'affaires de France a Lisbonne écrit qu'il a adressé à M. le Commissaire général de la Marine à Nantes, la caisse contenant les ouvrages en question.

M. Mazure écrit à l'occasion d'une communication faite récemment à l'Académie par M. *Gaubert*, relativement à un appareil typographique. M. Mazure se plaint de n'avoir pas été nommé dans cette communication, et annonce qu'il est en mesure de fournir aux membres de la Commission chargée de faire un rapport sur cet appareil, des documents qui prouveront qu'il a eu sa part dans l'invention.

M. **Carville** demande qu'une *machine à fabriquer les briques* déjà soumise précédemment au jugement de l'Académie, et qui fut, au mois de novembre dernier, l'objet d'un rapport favorable, soit admise à concourir pour le prix de Mécanique fondé par Montyon.

(Renvoi à la Commission du prix de Mécanique.)

M. **Colladon** adresse un paquet cacheté.

L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 5 heures.

A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 21, in-4°.

Compendium de Médecine pratique; par MM. MONNERET et FLEURY; 14e livraison, in-8°.

Mémoire sur l'eau de Selters naturelle; par M. E. JACQUEMIN; 1841, in-8°.

Annales des Mines; 3e série, tome 18, 4e, 5e et 6e liv.; 1840, in-8°.

Éloge de Dugès, prononcé le 2 *novembre* 1840, *par* M. BOUISSON; Montpellier, 1840, in-8°.

Société Linnéenne de Lyon.—Compte rendu des années 1839 *et* 1840; Lyon, 1841, in-8°.

Rapport sur l'ouvrage intitulé : Mesure d'un arc du parallèle moyen entre le pôle et l'équateur du colonel Brousseaud, fait à la Société royale d'Agriculture, Sciences et Arts de Limoges; par M. DELURET, de Feise; Limoges, 1841, in-8°.

Considérations générales sur l'Électricité, le Magnétisme et le Calorique, 2e *étude; par* M. HUGUENY; Strasbourg, in-8°.

Société anatomique de Paris; mai 1841, in-8°.

Recueil de la Société Polytechnique; avril 1841, in-8°.

Histoire naturelle générale et particulière des Crinoïdes vivants et fossiles; par MM. D'ORBIGNY et DELAPLANTE; 3e livr., in-4°.

Paléontologie française; par M. D'ORBIGNY; 20e liv., in-8°.

Journal des Haras, des chasses, des courses de Chevaux; juin 1841, in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; tome VII, juin 1841, in-8°.

Journal des Connaissances nécessaires et indispensables; par M. A. CHEVALIER; mai 1841, in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale et chirurgicale; 15—30 mai 1841, in-8°.

Journal d'Agriculture pratique, de Jardinage et d'Économie politique; mai 1841, in-8°.

Transactions... *Transactions de la Société royale d'Édimbourg;* vol. 14; Édimbourg, in-4°.

Proceedings... *Procès-Verbaux de la Société royale d'Édimbourg;* n^os 17 et 18; in-8°.

Proceedings .. *Procès-Verbaux de la Société géologique de Londres;* vol. III, part. 2; n^os 72 et 73, in-8°.

The microscopic .. *Journal microscopique, ou Répertoire mensuel des faits relatifs à la Micrographie; publié par* M. Daniel Cooper; vol. 1^er, partie 1^re; Londres, 1841, in-8°.

On the general... *Sur les causes générales et les causes locales de la variation magnétique; par* M. Cunningham; Londres, 1841, in-8°.

List of... *Liste de la Société géologique de Londres;* 1^er mars 1841, in-8°.

Ueber noch... *Sur des Animaux dont les dépouilles se trouvent dans la formation de la craie et qui existent encore dans la période actuelle; par* M. Ehrenberg; Berlin, 1840, in-fol.

Kurze Nachricht... *Courte notice sur 274 espèces d'infusoires observées depuis l'impression de la table du grand ouvrage sur les Infusoires; par* le même; Berlin, 1840, in-8°.

Studi di... *Etudes de Géologie, ou Connaissances élémentaires de la science de la terre; 1^re partie; Traité minéralogique des Roches; par* M. L. Pilla; Naples, 1840, in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome IX; n° 22, in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n° 64— 66.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 204, in-8°.

La France industrielle; jeudi 27 mai 1841.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 JUIN 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Recherches sur la véritable constitution de l'air atmosphérique;
par MM. **Dumas** *et* **Boussingault**.

« Abstraction faite de l'acide carbonique, des gaz carburés, des vapeurs accidentelles, l'air renferme de l'oxigène et de l'azote en proportion qui paraissent à peu près constantes.

» Généralement, on admet que l'air est formé d'un mélange d'oxigène et d'azote, et l'on s'explique son invariabilité, en supposant que les plantes décomposent par leurs parties vertes, sous l'influence solaire, tout l'acide carbonique développé par la respiration des animaux ou la putréfaction des êtres organisés. La constance de la composition de l'air donnerait donc la mesure et la preuve d'une des plus belles harmonies naturelles, celle qui, liant les deux règnes organisés l'un à l'autre par l'intermédiaire de l'atmosphère, les placerait ainsi dans une dépendance mutuelle.

» Cependant tous les chimistes ne sont pas convaincus que la composition de l'air soit constante, ni même que l'air soit un mélange d'oxigène et d'azote.

» Pour certains d'entre eux, et pour MM. Prout, Döbereiner, Falkner, Thomson, par exemple, la constance des éléments de l'air est un fait si bien acquis, qu'ils regardent l'air comme un véritable composé chimique, formé de 20 volumes d'oxigène pour 80 volumes d'azote. La confiance du savant professeur de Glasgow à cet égard est même telle, qu'il a tiré de cette donnée des densités de l'oxigène et de l'azote qui ont évidemment servi de base à tout un système de théorie atomique.

» Pour d'autres, et ici il faut citer en première ligne l'illustre fondateur de la théorie atomique, le vénérable Dr Dalton, l'air serait un mélange variable d'oxigène et d'azote, plus riche en oxigène dans les régions que nous habitons, et où l'azote deviendrait prédominant à mesure qu'on s'élèverait dans l'atmosphère. A cet égard, les convictions de M. Dalton sont vives et profondes; elles ont tout le caractère des convictions mathématiques.

» C'est en effet moins sur l'expérience que sur le calcul que cette opinion se fonde; et celui-ci, présenté sous une forme un peu différente par un de nos confrères, M. Babinet, l'a conduit à des résultats analogues. D'après ces vues, l'air étant formé à Paris de 21 d'oxigène pour 79 d'azote en volume, on aurait les compositions suivantes, à diverses hauteurs :

	Oxigène pour 100 d'air.
0.............	21
2000 mètres......	20,46
6000 *id.*	19,42
10000 *id.*.........	18,42

» Les calculs de MM. Dalton et Babinet sont jusqu'à présent en désaccord avec les résultats des expériences, et en particulier avec les analyses faites par M. Gay-Lussac sur l'air recueilli dans sa mémorable ascension aérostatique, avec celles que l'un de nous a exécutées en Amérique à des hauteurs considérables, et enfin avec les analyses nombreuses qu'un chimiste plein de sagacité et d'une précision éprouvée, M. le professeur Brunner, de Berne, a été exécuter au sommet du Faulhorn, pendant un séjour prolongé qu'il y a fait à ce dessein.

» Ainsi, voilà des chimistes qui regardent, d'après leurs expériences, l'air comme étant formé de 20 d'oxigène et 80 d'azote, et comme constituant un véritable composé chimique. En voici d'autres qui le considèrent comme un mélange constant de 21 d'oxigène pour 79 d'azote. Enfin viennent des physiciens qui veulent que sa composition varie avec la hauteur.

» Toutes ces opinions ne donnent pas une idée bien haute de la con-

fiance qu'inspire la méthode employée habituellement pour faire l'analyse de l'air; elles prouvent que chacun croit y entrevoir des causes d'erreur suffisantes pour justifier le peu de cas qu'il fait des analyses connues.

» L'incertitude augmente encore quand on sait que l'analyse de l'air s'accorde de la manière la plus parfaite avec les densités de l'oxigène et de l'azote, données par MM. Berzélius et Dulong, densités évidemment incorrectes, comme on le verra plus loin.

» Ainsi, ce n'est plus à titre seulement de renseignement historique à léguer à la postérité, qu'il importait de soumettre la composition de l'air à une étude nouvelle et assez exacte pour inspirer quelque confiance aux savants. Au respect pour un des derniers vœux que Laplace ait fait entendre dans cette enceinte, et dont il a confié l'exécution à l'Académie, venait se joindre un intérêt actuel, vraiment irrésistible; car les théories les plus délicates de la science semblaient s'être donné rendez-vous sur cette question de la composition de l'air, pour s'y heurter et se contredire.

» Ainsi, pour le Dr Prout et le Dr Thompson, tous les gaz ont des densités exprimées par des multiples en nombre entier de la densité de l'hydrogène. L'azote est quatorze fois plus pesant que l'hydrogène, l'oxigène est seize fois plus pesant que lui. Enfin l'azote et l'oxigène se trouvent exactement dans la composition de l'air dans le rapport de 1 à 4 en volumes.

» Comme il régnait le même doute sur ces trois points, nous avons dû mettre en usage des procédés qui fussent absolument indépendants des chiffres admis jusqu'ici pour la densité de l'oxigène ou pour celle de l'azote; nous avons dû même éviter de baser nos analyses de l'air sur la composition attribuée à quelque composé que nous aurions produit à son aide, car il aurait fallu s'appuyer sur des données analytiques antérieures; et sans mettre en doute aucun des faits de la science, nous avons cru convenable de nous rendre indépendants de toutes les circonstances étrangères au point précis que nous voulions déterminer.

» Nous avons trouvé toutes ces conditions réunies par l'emploi d'un procédé très simple dans sa conception comme dans son exécution, et qui ne renferme réellement comme chose nouvelle, que le moyen de remplacer la mesure des gaz par leur pesée. Ainsi, nous avons réussi à faire l'analyse de l'air en pesant l'oxigène et en pesant l'azote qu'il renferme.

» En effet, nous étant procuré un ballon vide d'air, nous le mettons en rapport avec un tube plein de cuivre métallique réduit par l'hydrogène et armé de robinets qui permettent d'y faire également le vide. On a d'ailleurs déterminé exactement le poids de ce tube.

» Le cuivre étant chauffé au rouge, on ouvre celui des robinets par où doit arriver l'air, qui se précipite alors dans le tube, où il cède à l'instant son oxigène au métal. Au bout de quelques minutes, on ouvre le second robinet, ainsi que celui du ballon, et le gaz azote se rend dans le ballon vide. Les robinets demeurés ouverts, l'air afflue, et à mesure qu'il passe dans le tube il y abandonne son oxigène; c'est donc de l'azote pur que le ballon reçoit. Quand il en est plein ou à peu près, on ferme tous les robinets. On pèse ensuite séparément le ballon et le tube pleins d'azote; puis on les pèse de nouveau après y avoir fait le vide. La différence de ces pesées donne le poids du gaz azote. Quant au poids de l'oxigène, il est fourni par l'excès de poids que le tube qui contient le cuivre a acquis pendant la durée de l'expérience.

» Nous n'insistons pas pour le moment sur les précautions que nous avons jugées nécessaires dans la pesée du ballon plein d'azote et vide; elles seront mieux à leur place dans la discussion des moyens que nous avons mis en œuvre pour contrôler les densités de l'oxigène et de l'azote.

» Mais nous devons dire sur quoi se fonde notre conviction relativement à la base même du procédé, c'est-à-dire l'absorption totale de l'oxigène de l'air qui passe par le tube au moyen du cuivre.

» Il suffit de voir comment l'expérience se comporte, pour être pleinement rassuré à ce sujet. En effet, l'air se dépouille tout-à-coup d'oxigène, dès son entrée dans le tube. Le cuivre qui s'oxide occupe une zone tout-à-fait limitée; et après les plus longues expériences, l'oxidation se trouve renfermée dans l'espace de deux ou trois centimètres. La presque totalité du tube contient donc encore à la fin de l'expérience du cuivre métallique doué de tout son éclat, et éminemment propre à recueillir les dernières traces d'oxigène.

» Nous n'avons pas voulu néanmoins nous en rapporter à ces apparences. Tout étant disposé comme à l'ordinaire, nous avons triplé la vitesse du courant d'air dans l'appareil; et sous cette condition défavorable, nous avons essayé s'il retenait de l'oxigène: il n'en avait pas gardé le moindre indice. En effet, nous avons dirigé l'azote tout entier au travers d'un tube contenant une dissolution ammoniacale de protochlorure de cuivre bien incolore, et nous n'avons pu découvrir aucune apparence de coloration dans ce liquide. Or la plus légère trace d'oxigène l'aurait fait passer au bleu foncé.

» Exécutées à l'aide de ce procédé et sur une grande échelle, toutes nos expériences, sans exception, sont venues confirmer la composition de l'air

admise par les chimistes français, et fondée sur les belles expériences eudiométriques par lesquelles MM. de Humboldt et Gay-Lussac ont fixé, il y a trente-cinq ans, la composition de l'air d'une manière irréprochable dans les limites de sensibilité de leurs instruments.

» Nous ne rapporterons pas toutes nos analyses; nous donnons ici seulement le détail de celles qui ont été faites au moment où l'expérience acquise dans le maniement du procédé, nous permettait d'atteindre une précision qui les rendait bien comparables. Or, nous devons le dire, à mesure que nous faisions disparaître les petites causes d'erreur que nous avions méconnues d'abord, les différences apparentes de la composition de l'air s'effaçaient; celle-ci se montrait plus constante, et nous étions conduits invinciblement à considérer comme dues à des erreurs d'observation des différences qui, au premier abord, semblaient appartenir à la constitution de l'air lui-même.

» L'air que nous soumettions à l'analyse était aspiré par des tubes de verre qui le puisaient dans le jardin de mon laboratoire, près du Jardin des Plantes. Quand nous faisions deux analyses simultanées, les deux tubes aspirateurs venaient se terminer au même point et prenaient par conséquent l'air dans la même couche.

» Six expériences *simultanées* deux à deux donnent donc en résumé les résultats suivants:

	Petit ballon.	Ballon moyen.	
27 avril oxigène...	22,92	22,92	pour 100 d'air en poids.
28 avril..........	23,03	23,09	
29 avril..........	23,03	23,04	
Moyenne..........	22,993	23,016	

Et en prenant la moyenne des six expériences, on trouve

Oxigène....	23,010	ou bien	23
Azote......	76,990		77
	100,000		100

pour la composition de l'air en poids dans les circonstances où nous avons opéré.

» Dans une expérience où nous opérions sur l'air pris dans le laboratoire même, nous n'avons trouvé que 22,3 d'oxigène pour 100 d'air en poids. Cette différence, à peine appréciable par les méthodes eudiométriques ordinaires, s'exprime dans notre procédé par des chiffres si considé-

rables, qu'elle ne saurait échapper à l'observation la moins attentive; mais nous réservons pour une autre époque les recherches relatives à l'air vicié que nous nous proposons d'accomplir en vue des études que la physiologie et l'hygiène réclament sous ce rapport.

» Ainsi, en nous bornant à la composition de l'air normal, nous trouvons que dans les derniers jours d'avril et par un beau temps, il était formé de 2300 d'oxigène pour 7700 d'azote en poids. Ce fait étant indépendant de toute correction, de tout coefficient, de toute hypothèse, peut servir à discuter quelques chiffres d'une très grande importance, savoir : la densité de l'azote et celle de l'oxigène. En effet, il faut qu'en prenant

$$\begin{array}{rl} 2{,}300 & \text{oxigène,} \\ 7{,}700 & \text{azote,} \\ \hline 10{,}000 & \text{air,} \end{array}$$

et divisant chacun de ces nombres par les densités respectives de l'oxigène, de l'azote et de l'air, on retrouve un accord convenable dans les volumes qui s'en déduiront. Et comme la densité de l'air est l'unité, 10,000 d'air en poids en représentent 10,000 en volume, qui doivent former la somme des volumes des 2,300 oxigène et des 7,700 azote. On aurait donc

$$\frac{2300}{1{,}1026} + \frac{7700}{0{,}976} = 10\,000,$$

si les densités de l'oxigène et de l'azote données par M. Berzélius étaient exactes. Mais on a tout au contraire

D'une part,	10 000 air en poids	=	10000 air en volume ;
D'autre part,	7700 azote en poids	=	7889 en volumes,
	2300 oxigène en poids	=	2086 en volumes,
			9975 air en volume.

» Le volume de l'air, qui devrait être égal à 10 000, ne s'élèverait donc qu'à 5975, ce qui correspond à une erreur de $\frac{25}{10000}$. Comme nous pensions qu'une telle erreur n'était pas possible dans nos expériences, nous avons jugé nécessaire de prendre avec des soins nouveaux la densité de l'oxigène et celle de l'azote.

» Le principe sur lequel nous nous sommes fondés nous a entraînés peu à peu dans bien des tâtonnements; mais nous espérons qu'il en sera résulté une méthode propre à introduire dans ces sortes de recherches une préci-

sion qui n'aura de limites que celle qui résulte de la capacité des vases, qui demeure bornée à certains termes difficiles à dépasser.

» On peut apprécier la densité d'un gaz en comparant le poids de l'air que perd un ballon où l'on fait le vide et celui du gaz qui peut y entrer pour en prendre la place. Cette méthode est très commode; on l'emploie le plus ordinairement, mais elle suppose que le gaz est recueilli d'avance dans un réservoir où on le puise pour remplir le ballon. Or, nous voulions éviter de préparer nos gaz à l'avance, et de les conserver dans des récipients, pratique qui entraîne mille difficultés, relativement à la pureté du gaz, à cause des échanges de gaz et d'air qui s'effectuent au contact du liquide saturé d'air.

» Voici, en conséquence, la marche que nous avons suivie. Le gaz est préparé de façon à parvenir pur et sec à l'extrémité d'un tube qu'on met en communication avec un ballon vide. En ouvrant le robinet de ce vase, le gaz se précipite dans son intérieur. On règle sa production et son introduction dans le ballon d'une manière convenable, pour qu'il y ait toujours dans l'appareil qui sert à le produire et à le purifier une pression supérieure à la pression ordinaire.

» Lorsque le ballon est plein de gaz, on y fait le vide, et on le remplit une seconde fois. On suppose alors qu'il est plein de gaz pur, supposition qui n'entraîne aucune erreur appréciable à la balance.

» Il faut procéder enfin aux pesées, qui se réduisent à trois : 1° la pesée du ballon plein de gaz; 2° celle du ballon vide; 3° celle du ballon plein d'air sec. Elles peuvent marcher rapidement dans l'ordre indiqué, et elles fournissent, 1° le poids du gaz, 2° le poids d'un volume égal d'air (1).

» Restait à connaître la température propre du gaz et celle de l'air dans lequel flotte le ballon pendant les pesées. C'est là, nous n'en doutons aucunement, que réside le secret des discordances qu'on observe dans les nombres exprimant les densités des gaz donnés par tant de physiciens et de chimistes illustres, et si éloignés les uns des autres, que personne n'a jamais osé prendre une moyenne entre eux.

» Pour avoir des températures certaines, constantes, faciles à apprécier, nous avons dû placer dans le ballon un thermomètre construit par M. Danger, qui permît de lire les centièmes de degré. La tige de ce thermomètre est engagée dans un tube de verre interposé entre la douille de ce ballon et son robinet. L'observateur peut donc lire la température exacte

(1) Ce principe avait déjà été mis à profit dans des recherches relatives à la densité du gaz carbonique, exécutées avec M. Stas, par l'un de nous.

du gaz, sans avoir besoin de sortir le ballon de l'enceinte où il s'est mis en équilibre de température.

» Cette enceinte ou cave artificielle est formée d'un grand vase cylindrique en zinc dont la paroi intérieure se trouve à 2 décimètres de la paroi extérieure. L'espace annulaire qu'elles laissent entre elles, l'espace compris entre le fond intérieur et le fond extérieur, sont remplis d'eau. L'ouverture de la cave est fermée par un couvercle mobile dans l'épaisseur duquel est logée une couche d'eau d'une épaisseur de 2 décimètres.

» Le ballon logé dans cette enceinte se trouve entouré par conséquent d'une enveloppe d'eau de 2 décimètres, dont on connaît la température à $\frac{1}{100}$ de degré près. Le ballon étant d'ailleurs muni d'un thermomètre qui indique sa température intérieure avec la même précision, il suffit d'attendre que les deux thermomètres soient d'accord pour avoir la certitude que le gaz possède partout la même température, à $\frac{1}{100}$ de degré près.

» Il n'y aurait pas d'intérêt à pousser plus loin la précision à cet égard, par la raison que dans nos ballons les plus volumineux une erreur de $\frac{1}{100}$ de degré ne correspond qu'à une erreur sur le poids de $\frac{7}{10}$ de milligramme, poids qu'une balance chargée de 1 ou 2 kilogrammes n'apprécie plus.

» Au moment où on ferme le robinet du ballon, on connaît donc la pression du gaz au vingtième de millimètre, puisqu'elle est égale à celle de l'air extérieur exprimée par le baromètre, et l'on peut répondre de sa température au centième de degré.

» Pour avoir le poids exact du ballon, il faut des précautions du même ordre.

» En effet, quand le ballon est suspendu au crochet de la balance et que l'observateur s'en approche pour peser, il échauffe le ballon et l'air qui l'entoure : des courants s'établissent; le poids apparent du ballon varie sans règle et dans des limites qui détruisent toute idée de précision absolue.

» Nous avons fait usage d'une balance du système de Fortin construite avec les plus grands soins par M. Deleuil, balancier de la Monnaie. Cette balance est placée sur une large armoire doublée en plomb et garnie à l'intérieur d'une couche de chaux vive qui y maintient l'air à un état hygrométrique constant. Le ballon suspendu au crochet de la balance flotte dans cette armoire, et les portes de celle-ci étant fermées, il est à l'abri de tous les rayonnements extérieurs. Un thermomètre qui donne les centièmes de degré, placé à côté du ballon, donne immédiatement la température de l'air de l'armoire; un baromètre placé à côté donne sa pression.

» En général, nous ne pouvons pas peser un ballon deux fois de suite de manière à trouver le même poids apparent; mais en général aussi, la tem-

pérature de l'air de l'armoire a subi des changements de quelques centièmes de degré, et, correction faite, les pesées coïncident. Si l'observateur ne pouvait pas tenir compte de la température de l'air avec l'extrême précision que nous y portons, il serait conduit à prendre une moyenne entre des pesées discordantes en apparence, et sa moyenne serait fausse; tandis qu'en réalité les pesées étaient très justes et ne demandaient qu'une correction de température, pour se montrer parfaitement d'accord entre elles.

» Au moyen de ces procédés, nous avons pris d'abord la densité de l'oxigène et nous l'avons prise un si grand nombre de fois, qu'il nous est démontré avec la dernière évidence que la densité 1,1026, donnée par MM. Berzélius et Dulong, ne peut être conservée et s'éloigne plus qu'aucune autre de la vérité, comme le craignait du reste M. Dulong.

» Les expériences que nous avons exécutées les dernières, et où nous avions réuni tous les moyens propres à en assurer la parfaite exactitude, ont été faites avec de l'oxigène préparé par un mélange d'acide sulfurique concentré et de peroxide de manganèse. Le gaz se purifiait en passant à travers des tubes ou flacons garnis de potasse liquide, il se desséchait en traversant des tubes ou flacons garnis d'acide sulfurique concentré et pur.

Densité de l'oxigène.

Ire Expérience....	1,1055
IIe *id*...........	1,1058
IIIe *id*...........	1,1057
	3,3180
Moyenne..........	1,1057

» Cette valeur s'accorde presque exactement avec la densité adoptée par M. Th. de Saussure, 1,1056. Elle se rapproche beaucoup aussi de l'ancienne densité de MM. Biot et Arago, 1,1036; et si celle-ci se montre un peu plus faible, cela tient sans nul doute à ce que le gaz oxigène, préparé avec tant de soin et de scrupule par M. Thenard pour les expériences de MM. Biot et Arago, s'était souillé d'un peu d'air en traversant l'eau qui a servi à le transvaser.

» La correction que nous venons de faire subir à la densité de l'oxigène, loin de rétablir l'accord entre la composition de l'air que nous avons déterminée par des expériences précises, et les densités de l'oxigène et de l'azote, ne fait qu'accroître l'écart que nous avons mis en évidence plus haut.

En effet, on aurait

$$\frac{2300}{1,1057} = 20,80 \text{ volume de l'oxigène,}$$

$$\frac{7,700}{0,976} = \frac{78,89}{99,69} \begin{array}{l}\text{volume de l'azote,}\\ \text{volume de l'air, au lieu de } 100,00.\end{array}$$

C'est-à-dire, qu'avec notre composition de l'air, notre densité de l'oxigène et la densité de l'azote de MM. Berzélius et Dulong, on ne peut plus représenter la densité de l'air. L'erreur est énorme, car pour un élément de cette importance, c'est une erreur énorme qu'un demi pour cent environ.

» Cela tient à ce que MM. Berzélius et Dulong, ayant admis une composition de l'air à peu près semblable à celle que nous trouvons nous-mêmes, ils ont été conduits à compenser par une densité trop élevée de l'azote, la densité beaucoup trop faible de l'oxigène à laquelle ils s'étaient arrêtés.

» Nous avons pris la densité de l'azote au moyen de l'azote extrait de l'air lui-même par le cuivre, et en absorbant l'acide carbonique et l'eau à l'aide de la potasse et de l'acide sulfurique. Voici les résultats de trois expériences.

Densité de l'azote.

Ire Expérience.	0,970
IIe *id*.	0,972
IIIe *id*.	0,974
	2,916
Moyenne.	0,972

» En adoptant cette densité, celle de l'oxigène et le rapport en poids par lequel nous avons représenté la composition de l'air, on trouve les nombres suivants :

$$\frac{2,300}{1,1057} = 20,80 \text{ volume de l'oxigène,}$$

$$\frac{7,700}{0,972} = \frac{79,22}{100,02} \begin{array}{l}\text{volume de l'azote,}\\ \text{volume de l'air,}\end{array}$$

qui représentent à $\frac{2}{10000}$ près la densité de l'air prise pour unité.

» En prenant les nombres tels que les expériences les donnent

$$\frac{2,301}{11,057} = 20,81 \text{ volume de l'oxigène,}$$

$$\frac{7,699}{972} = \frac{79,19}{100,00} \begin{array}{l}\text{volume de l'azote,}\\ \text{volume de l'air,}\end{array}$$

l'accord deviendrait absolu.

» Cependant, nous admettrons comme suffisamment approchée l'expression de la composition de l'air qui consiste à le considérer comme étant formé en volumes de 20,8 d'oxigène pour 79,2 d'azote.

» Cette expression s'éloigne peu, comme on voit, de l'opinion commune et néanmoins elle a exigé les corrections les plus graves sur les densités de l'azote et de l'oxigène pour ressortir de la composition pondérale de l'air.

» En considérant, pour un moment, comme l'air normal, celui que nous avons recueilli vers la fin d'avril, par un temps sec et beau, aux environs du Jardin des Plantes, nous pouvions donc regarder maintenant sa composition comme parfaitement établie à moins d'un millième en poids ou en volume à volonté.

» Mais cette composition doit varier. Quand il pleut, l'eau qui se condense dissout et entraîne plus d'oxigène que d'azote; quand il gèle, l'eau abandonne ces mêmes gaz; l'eau qui s'évapore les rend aussi à l'atmosphère. Les combustions, la respiration des animaux enlèvent de l'oxigène à l'air; les plantes par leurs parties vertes lui en rendent chaque jour sous l'influence solaire. Ces causes, et bien d'autres sans doute, tendent à troubler l'équilibre des éléments de l'atmosphère dans un point donné, les unes dans un sens, les autres dans le sens opposé. Restait donc à savoir si la tendance qu'ont les gaz à se mêler, aidée par les courants verticaux que la différence de température excite, favorisée par les vents qui transportent et confondent sans cesse au loin les couches horizontales de l'air, ne ferait pas disparaître rapidement les différences momentanées résultant de l'action locale des causes que nous venons d'indiquer sommairement.

» Des expériences dirigées dans ce sens exigeraient pour être positives un temps que nous ne pouvions y consacrer et l'intervention d'appareils que nous ne possédons pas encore. En exécutant nos essais, nous avons donc eu surtout en vue de chercher la limite au-dessous de laquelle il serait inutile d'en entreprendre de telles.

» Toutes les expériences rapportées précédemment ayant été faites par

un temps sec et beau, nous les avons répétées par un jour de pluie; l'oxigène de l'air étant entraîné en dissolution par l'eau en proportion plus forte que l'azote, cette circonstance promettait des différences plus appréciables qu'aucune de celles que nous pouvions imaginer. Nous n'avons pu réaliser notre désir, malheureusement, qu'à une distance un peu éloignée de nos premières analyses. Voici nos résultats :

Poids de l'oxigène		5gr,648	23,015
Poids de l'azote	du tube ...... 0,052 / du ballon 18,840	18,892	76,985
Air analysé		24,540	100,000

» Ainsi, tandis que la moyenne de nos six expériences par un beau temps donne

23,010 d'oxigène pour 100,000 d'air,

nous trouvons par une pluie continue

23,015 d'oxigène pour 100,000 d'air,

c'est-à-dire exactement la même proportion. On pourrait supposer, il est vrai, que la différence de saison a compensé la différence produite par la pluie; mais ce sont là des nuances trop délicates pour être mises en évidence autrement que par une suite d'expériences nombreuses exécutées avec soin dans un laboratoire consacré à de telles études météorologiques. Il nous est démontré du moins que l'oxigène ne varie pas d'un millième sous l'influence de la pluie; résultat qu'on expliquera, si l'on veut, en disant qu'avant de parvenir à 4 mètres du sol, hauteur à laquelle nous puisions l'air pour l'analyse, l'eau pluviale s'était déjà saturée d'air dans les régions supérieures de l'atmosphère qu'elle avait traversées. Mais en ce cas, l'analyse n'apprendrait quelque chose qu'à condition de lancer à une hauteur considérable un ballon destiné à porter dans la couche d'air où la pluie se précipite, le tube aspirateur qui fournit à l'appareil l'air destiné à l'analyse.

» La quantité d'oxigène varie-t-elle avec la hauteur? Rien ne l'annonce jusqu'ici, et l'on est parfaitement autorisé à croire le contraire par des expériences positives.

» L'air rapporté par M. Gay-Lussac d'une hauteur de 7 000 mètres environ, fut soumis à l'analyse par notre illustre confrère, et par M. Thenard. On ne savait point alors, comme aujourd'hui, avec quelle facilité l'hydrogène

se souille d'air, au contact de l'eau. Aussi les analyses indiquent-elles un peu trop d'oxigène, 21,2, toute correction faite. Mais comme on eut la précaution d'analyser en même temps, de la même manière, avec le même hydrogène, l'air pris dans la cour du palais Bourbon, il demeure démontré, par l'identité des résultats, que l'air pris soit au niveau du sol, soit à 7 000 mètres, avait en ce moment la même composition dans les limites de précision que comporte l'eudiomètre.

» Les nombreuses analyses exécutées en Amérique, par l'un de nous, se représentent en moyenne par les nombres suivants :

			Oxigène pour 100 en volumes.
A Santa-Fé de Bogota	à	2650 mètres	20,65
A Ibaqué	à	1323 *id.*	20,70
A Mariquita	à	548 *id.*	20,77
Moyenne			20,70

» Ces résultats s'accordent, comme on voit, avec ceux que nous venons de trouver pour la composition de l'air pris à Paris; ils indiquent du moins que les différences, s'il y en a, ne sont pas de l'ordre des différences indiquées par la théorie, les calculs et même les expériences de Dalton.

» Le docteur Dalton a publié, en effet, une série d'expériences variées et nombreuses, desquelles il résulterait que le rapport de l'oxigène à l'azote n'est pas le même dans toutes les localités à la surface de la terre; qu'il varie avec les saisons et avec les hauteurs. Ses analyses démontreraient qu'à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, l'oxigène y diminue d'une manière très notable, quoique moindre que celle qui serait indiquée par sa théorie; ce qu'il attribue aux effets inévitables de l'agitation de l'atmosphère. Voici les principaux résultats auxquels il est parvenu :

		Oxigène pour 100 en volumes.		
Montagne d'Helvellyn	900 mètres	20,70	Manchester	20,88
Id.		20,58	*id.*	21,10
Sur le Showdon	1050 mètres	20,65	*id.*	20,80
Air pris en ballon à	2880 mètres	20,52	*id.*	20,92
Id., pris à	4500 mètres	20,59	*id*	20,95
Air pris à la mer de glace, vall. de Chamounix.		20,20		
Air du Simplon		19,98		
Wengern-Alp		20,45		
Id.		20,11		

» En étudiant ces nombres, on voit que parmi les analyses de M. Dalton, celles qu'il a faites sur l'air recueilli récemment se trouvent comprises dans les limites des erreurs possibles de l'eudiomètre à hydrogène; celles qui ont été exécutées avec de l'air rapporté des Alpes s'en éloignent au contraire beaucoup. Faut-il attribuer ces différences à une altération accidentelle de l'air, ou à une modification réelle dans la composition de l'atmosphère des lieux élevés? C'est ce que nous désirions très vivement éclaircir.

» Pour cela, il fallait comparer l'air analysé à une hauteur un peu considérable, et par des moyens analogues aux nôtres, avec celui que nous avions analysé nous-mêmes. Nous avons donc saisi avec un vif empressement le moyen d'utiliser dans ce but les excellentes observations du professeur Brunner, de Berne. Ce chimiste habile et plein de dévouement aux progrès de la science, a été passer quelques semaines au sommet du Faulhorn, une des montagnes de l'Oberland bernois, dans une maison située à une hauteur de 1950 mètres, et là il s'est livré chaque jour à l'analyse de l'air. Comme le Faulhorn et le Wengern-Alp font partie de la même masse de montagnes, les expériences de M. Brunner peuvent servir de contrôle aux analyses que M. Dalton a faites sur l'air pris dans cette localité.

» Au premier abord, les analyses de M. Brunner et les nôtres paraîtraient peu comparables. En effet, l'habile professeur de Berne enlève l'oxigène à l'air au moyen du phosphore, et il apprécie cet oxigène par la pesée. Mais comme dans chacune de ses expériences le poids de l'oxigène ne dépasse guère 120 ou 130 milligrammes, l'erreur qu'il peut commettre à son sujet doit s'élever au moins à $\frac{1}{100}$, et même à $\frac{1}{80}$.

» Quant à l'azote, M. Brunner le mesure, et il en déduit le poids d'après sa densité.

» Ainsi pratiquée, sur une échelle évidemment trop faible, cette méthode indiquerait des variations dans l'oxigène qui iraient de 20,8 à 21,1 en volumes pour 100 d'air. Mais, comme on le voit, cette différence peut tenir aux erreurs des pesées, car elle ne dépasse pas $\frac{1}{70}$, et se trouve à peu près comprise dans les erreurs présumables de l'expérience même. D'ailleurs les nombres extrêmes sont identiques avec ceux que donne l'analyse eudiométrique à Berne ou à Paris.

» Mais autant il était difficile de tirer parti des expériences partielles de M. Brunner, autant elles sont devenues précieuses quand nous les avons considérées dans leur ensemble. En effet, en les réunissant pour en faire une expérience unique, les erreurs de pesées ont dû se compenser; et si,

comme nous le pensons, la composition de l'air varie peu d'un jour à l'autre, il n'importe guère que cette expérience ait duré quatorze jours, ou bien qu'elle ait été faite d'un seul coup.

» M. Brunner, dans ses quatorze expériences, a recueilli 4502 centimètres cubes d'azote à 0° et $0^{m},76$, c'est-à-dire en poids $5^{gr},7649$.

» La somme des quatorze déterminations d'oxigène donne $1^{gr},723$ pour le poids total de ce gaz.

» Ainsi, au sommet du Faulhorn, *pendant le mois de juillet* 1833, l'air renfermait les éléments suivants :

Oxigène.......	1,7230	23,010
Azote........	5,7649	76,990
	7,4879	100,000

tandis que nous trouvons 23010 comme moyenne de nos analyses; M. Brunner aurait donc trouvé 23010 comme moyenne des siennes. Qu'on prenne du reste 23010 ou bien 23015 qui résulteraient de nos meilleures expériences, il est clair que des différences de cet ordre tiennent à de simples erreurs d'observation ou se confondent avec elles.

» Il est peu probable que pendant la durée des expériences de M. Brunner, il y ait eu des variations de composition dans l'air du Faulhorn, quoique ses expériences partielles en indiquent de légères, que nous attribuons aux erreurs de pesée. Il demeure donc démontré pour nous que la composition de l'air au sommet de cette montagne, était précisément la même que nous trouvons à Paris en ce moment, notre assertion étant renfermée dans les limites que l'observation peut atteindre, c'est-à-dire au millième près; car nous ne voulons pas aller plus loin, quoique les chiffres permettent de le faire.

» Le procédé de M. Brunner a reçu tout récemment une application dans une localité intéressante, à cause de la distance qui la sépare de Paris et de Berne : c'est Groningue. L'auteur, M. B. Verver, n'indique pas l'année de ses expériences par inadvertance, mais tout porte à croire qu'elles ont eu lieu en 1839; elles ont été exécutées d'ailleurs dans le courant de mai et d'août.

» Elles conduisent précisément à la même conséquence, car, d'après l'ensemble des expériences de M. Verver, l'air renfermerait à Groningue, en poids, 22,998 d'oxigène ou 23, comme nous trouvons à Paris, et M. Brunner à Berne ou au Faulhorn.

» Ainsi, sans prétendre que les opinions du docteur Dalton sur la constitution de l'atmosphère soient mal fondées, il demeure démontré pour nous que par l'effet de la diffusion des gaz, par les diverses causes d'agitation qui tendent sans cesse à mêler les couches de l'air entre elles, la différence qui pourrait exister entre l'oxigène et l'azote à diverses hauteurs, devient insensible.

» Si la composition de l'air ne varie point avec la hauteur, si elle ne fait découvrir aucun changement appréciable quand on en fait l'analyse en deux points situés à quelque distance, en est-il de même lorsque l'on compare le rapport des gaz qui le constituent à deux époques un peu éloignées?

» Cette question pleine d'intérêt a déjà excité la sollicitude de Laplace et celle de M. Thenard. Nos deux illustres confrères auraient désiré qu'une analyse de l'air, exécutée de temps en temps d'une manière officielle, permît de fixer pour une époque donnée la véritable constitution de l'atmosphère, et d'en suivre les modifications, s'il s'en était présenté.

» Si l'Académie n'a pas jusqu'ici rempli ce désir, c'est, il faut se hâter de le dire, que les méthodes analytiques étaient à cet égard tout-à-fait impuissantes. Nous ferons voir même bientôt que si le procédé que nous venons d'employer n'était pas convenablement modifié, il n'offrirait aucune chance pour découvrir les variations que la composition de l'air est susceptible d'éprouver par les causes qui agissent actuellement à la surface du globe, et dont l'effet ne saurait atteindre les limites dans lesquelles se trouvaient bornées les anciennes analyses de l'air, ou même celles que nous venons d'exécuter.

» Ce n'est donc pas dans les anciennes analyses de l'air que nous pouvions trouver quelques termes de comparaison propres à vérifier les doutes relatifs à la permanence de la constitution de l'atmosphère.

» Mais il nous a paru que le poids du litre d'air, pris avec tant de soin par MM. Biot et Arago, offrait un excellent terme de comparaison. Si ce poids n'est plus le même aujourd'hui, c'est que sans doute la composition de l'air se trouve changée; mais, si ce poids n'a pas varié, il doit être permis d'en conclure que la composition de l'air est demeurée telle qu'elle était il y a quarante ans. Comme le poids du litre d'air a été déterminé à $\frac{1}{1000}$ près environ, la précision que cette comparaison comporte surpasse celle qu'on obtiendrait par tout autre procédé.

» Nous avons cherché à rendre cette comparaison aussi sûre que possible, en prenant un ballon à peu près de la même capacité que celui qui avait

servi à MM. Biot et Arago; en faisant nos pesées à la même température qu'eux; enfin en pesant le ballon à l'air libre, sans thermomètre intérieur, c'est-à-dire absolument comme on le pratiquait avant que nous eussions appliqué à ces sortes d'expériences les précautions que nous avons décrites.

» Quatre expériences faites de la sorte par l'un de nous conjointement avec M. Stas, l'année dernière, donneraient 1,2995 pour le poids du litre d'air, tandis que MM. Biot et Arago ont trouvé 1,2991.

» Ces nombres sont comparables; mais pour obtenir une valeur plus sûre du poids du litre d'air, il faut évidemment introduire dans cette pesée les précautions que nous avons signalées dans la densité de l'oxigène et de l'azote. Nous nous en occupons.

» En attendant, nous pouvons déduire,

» 1°. De cette comparaison du poids du litre d'air sec à 0° et $0^m,76$;

» 2°. Des analyses si justement célèbres de MM. Gay-Lussac et de Humboldt comparées aux nôtres:

» Que la composition de l'air atmosphérique n'a pas varié d'une manière appréciable depuis quarante années. Cette conclusion ne surprendra pas les météorologistes, à qui une longue habitude a appris à envisager les phénomènes atmosphériques comme moins faciles à modifier par des causes accidentelles qu'on ne l'admet communément.

» Il demeure donc démontré pour nous, que le rapport de l'oxigène à l'azote dans l'air n'est pas exprimé par des nombres simples en volume; que ce rapport est invariable au millième près dans des latitudes éloignées, à des époques assez distantes et à des hauteurs fort différentes.

» Les phénomènes de la vie organique, les décompositions spontanées des animaux et des plantes, les combustions ou oxidations qui s'accomplissent à la surface de la terre, tous ces événements que notre imagination se plaît à grandir sont, heureusement sans doute, de ces faits qui passent pour ainsi dire inaperçus en ce qui concerne la composition générale de l'air qui nous entoure. Pour atteindre la limite à laquelle deviendraient sensibles les variations que l'atmosphère pourrait éprouver de la part des animaux ou des plantes, de la part des saisons, des pluies et des vents; pour décider si sa composition demeure invariable à diverses latitudes ou à diverses hauteurs, il ne s'agit donc plus d'exécuter l'analyse de l'air à $\frac{1}{50}$, comme on le pratiquait autrefois, ni même à $\frac{1}{1000}$, comme nous venons de le faire; il faut aller bien plus loin encore; comme si, par une prévision providentielle, la nature n'avait pas voulu que les altérations possibles de l'atmosphère par le jeu régulier des forces qui agissent à la surface de la terre pussent jamais

approcher, même de loin, de la limite où la vie des animaux et celle des plantes pourraient en souffrir.

» Quelques calculs qui ne peuvent avoir une précision bien absolue sans doute, mais qui reposent néanmoins sur un ensemble de données suffisamment certaines, vont montrer jusqu'où il conviendrait de pousser l'approximation pour atteindre la limite où les variations de l'oxigène pourraient se manifester d'une manière sensible.

» L'atmosphère est sans cesse agitée; les courants excités par la chaleur, par les vents, par les phénomènes électriques, en mêlent et en confondent sans cesse les diverses couches. C'est donc la masse générale qui devrait être altérée pour que l'analyse pût indiquer des différences d'une époque à une autre.

» Supposons maintenant, avec B. Prévost, que chaque homme consomme un kilogr. d'oxigène par jour, qu'il y ait mille millions d'hommes sur la terre, et que par l'effet de la respiration des animaux ou par la putréfaction des matières organiques, cette consommation attribuée aux hommes soit quadruplée.

» Supposons de plus que l'oxigène dégagé par les plantes vienne compenser seulement l'effet des causes d'absorption d'oxigène oubliées dans notre estimation : ce sera mettre bien haut, à coup sûr, les chances d'altération de l'air.

» Eh bien, dans cette hypothèse exagérée, au bout d'un siècle, tout le genre humain réuni, et trois fois son équivalent, n'auraient absorbé qu'une quantité d'oxigène égale au poids de 15 ou 16 cubes de cuivre de 1 kilomètre de côté, tandis que l'air en renferme près de 134 000.

» Ainsi, prétendre qu'en y employant tous leurs efforts les animaux qui peuplent la surface de la terre pourraient en un siècle souiller l'air qu'ils respirent au point de lui ôter la huit-millième partie de l'oxigène que la nature y a déposé, c'est faire une supposition infiniment supérieure à la réalité.

» Rien de plus facile à vérifier que cette conclusion dans ce qu'elle a de général.

» La respiration des animaux produit de l'acide carbonique; les plantes le détruisent, en s'emparant du carbone et restituant l'oxigène à l'air. Les modifications que l'air peut éprouver sous le rapport de l'oxigène, seront donc tout au plus du même ordre que les modifications qu'on observe dans l'air sous le rapport de l'acide carbonique.

» Or il a été facile d'estimer rigoureusement le poids de l'acide carbo-

nique contenu dans l'air, au moyen de la méthode générale imaginée à ce sujet par M. Thenard, et qui consiste à peser, à l'état de carbonate, l'acide carbonique fourni par un grand volume d'air qu'on mesure avec soin. Cette méthode, modifiée dans ses détails par MM. de Saussure et Brunner, a permis d'établir que l'acide carbonique de l'air varie à peu près en volume de $\frac{4 \text{ à } 6}{10000}$. En supposant que cet acide carbonique vienne de l'oxigène fourni par l'air, et non de celui que les volcans émettent sans cesse, la différence de ces nombres, qui est égale à $\frac{2}{10000}$ du volume de l'air, exprimerait la variation que l'oxigène aurait éprouvée.

» Ainsi dans

10000 volumes d'air on trouverait 2081 } d'oxigène.
ou bien 2083 }

» Cette différence serait évidemment inappréciable, si l'on se bornait à analyser 10 grammes et même 25 grammes d'air, comme nous l'avons fait, puisqu'elle serait représentée par 2 ou 3 milligrammes environ.

» En opérant sur 100 grammes d'air, la différence deviendrait égale à 20 ou 30 *milligrammes*;

» En opérant sur 1000 grammes d'air, elle serait représentée par 200 ou 300 milligrammes.

» Il faut en arriver là, si l'on veut que l'analyse de l'air puisse réellement devenir de quelque utilité dans la discussion des lois générales de la physique du globe.

» Mais comme nous n'avons aucun moyen de peser 1 mètre cube d'azote, il faut évidemment transformer le procédé que nous venons de décrire en un autre analogue à celui de M. Brunner, où l'azote sera mesuré et où l'oxigène seul sera pesé.

» Il faut placer dans une cave un appareil de un mètre cube plein d'eau, et la faire écouler en aspirant, pour la remplacer, l'azote de l'air qui aura perdu son oxigène en passant au travers d'une série de tubes pleins de cuivre et chauffés au rouge. Il suffirait de trois tubes contenant chacun 1 kilogramme de cuivre, pour dépouiller d'oxigène 1 mètre cube d'azote.

» En pesant ces trois tubes, ils feront connaître l'oxigène de l'air avec une précision digne de l'état actuel des sciences; car on aura fixé 376000 milligrammes d'oxigène, et en exécutant une dixaine d'expériences, on pourra déterminer l'oxigène à $\frac{1}{300000}$ près avec sécurité.

» Le point délicat de ces expériences consiste à mesurer l'azote à une

température exacte. En plaçant l'appareil aspirateur dans une cave à température invariable, comme la cave de l'Observatoire, cette condition sera parfaitement remplie.

» Dire que nous désirerions que cette expérience fût faite à Paris, sous les auspices de l'Académie, ce serait tout simplement reproduire, en le précisant, le vœu émis dès longtemps par Laplace et par M. Thenard, vœu auquel tous les amis des sciences se sont associés.

» Mais aujourd'hui nous pouvons aller plus loin : la France s'est enrichie de nouveaux centres d'activité scientifique; des facultés pleines de vie et d'ardeur sont disséminées sur la surface de son sol. Le Conseil de l'Instruction publique s'empresserait, nous n'en doutons pas, d'entrer dans les vues de l'Académie et de coordonner, de concert avec elle, un système d'expériences simultanées qui permettraient d'exécuter le même jour, et en opérant sur 1 $\frac{1}{2}$ kilog. environ, l'analyse de l'air à Bordeaux, Strasbourg, Rennes, Lyon, Toulouse, Montpellier, etc.

» Bien plus, sans sortir du cercle de nos amitiés personnelles et sans faire intervenir la haute impulsion de l'Académie, nous sommes assurés que dès qu'une expérience de ce genre serait organisée à Paris, et qu'on aurait ainsi déterminé d'une manière exacte toutes les petites dispositions de l'appareil, nous pourrions obtenir le concours de chimistes ou de physiciens qui exécuteraient à Genève, à Naples, à Londres, à Dublin, à Bruxelles, à Stockholm, à Copenhague, etc., des expériences simultanées avec celles qui se feraient à Paris.

» C'est à l'Académie à décider si ces recherches méritent encore l'intérêt qu'elles ont inspiré à quelques-uns de ses membres les plus illustres, et si, combinées avec les expériences dont M. Arago s'occupe au moyen de son double tube, elles ne promettent pas sur la constitution de l'air des données assez importantes pour justifier le désir que nous avons de les voir s'exécuter bientôt sous son patronage.

» Pour nous, notre tâche est remplie; ce que nous pouvions faire avec nos moyens particuliers, nous l'avons accompli.

» Nos recherches corrigent les erreurs commises sur la densité de l'oxigène et celle de l'azote, et fixent la densité de l'oxigène à 1,1057 et celle de l'azote à 0,972;

» Elles font voir que l'air ne peut nullement être regardé comme un composé chimique formé de 20 volumes d'oxigène pour 80 d'azote;

» Elles font présumer que l'air est un mélange uniforme à toute époque, à toute latitude et à toute hauteur, de 2301 d'oxigène en poids pour

7699 d'azote; ou bien de 20,81 d'oxigène en volume pour 79,19 d'azote.

» Elles montrent que si l'air atmosphérique constitue un réservoir d'oxigène à l'usage des animaux et un réservoir d'acide carbonique à l'usage des plantes; ce magasin est si considérable, si richement doté eu égard à la dépense, que celle-ci, en supposant qu'elle ne fût pas compensée, demeurerait presque insensible sur la masse, même après une longue suite d'années ;

» D'où il suit que la chance d'apprécier des différences réelles par l'analyse de l'air, quant à la proportion d'oxigène et d'azote, est à peu près nulle, si l'on ne prend des dispositions convenables pour exécuter cette analyse sur 1 $\frac{1}{2}$ kilogr. d'air environ.

» Toutes les expériences rapportées dans ce Mémoire ont été exécutées avec le concours zélé et consciencieux de deux jeunes savants que nous nous plaisons à remercier de leur assistance, M. Leblanc, ancien élève externe de l'Ecole des Mines de Paris, et M. Lévy, chimiste danois, qui va bientôt exécuter à Copenhague les observations correspondantes à celles de Paris. »

Après la lecture du Mémoire de MM. Dumas et Boussingault, sur la proposition de M. *Arago*, l'Académie décide qu'une Commission prise dans son sein s'occupera des mesures à adopter pour la réalisation du nouveau travail indiqué dans ce Mémoire, c'est-à-dire d'analyses de l'air faites simultanément en diverses villes françaises et étrangères, avec toutes les précautions qui ont été reconnues nécessaires pour assurer la parfaite exactitude des résultats.

Cette Commission sera composée de MM. de Humboldt, Thenard, Biot, Gay-Lussac, Arago, Dumas, Boussingault et Regnault.

ZOOLOGIE. — *Observations sur le développement des zoospermes de la Raie; par* M. LALLEMAND.

« Une foule d'analogies et quelques observations directes m'avaient fait penser depuis longtemps que les premiers rudiments des zoospermes

sont fournis par l'extrémité des canaux spermatiques et se développent ensuite successivement dans le reste de leur trajet; mais je ne pensais pas qu'il fût possible d'arriver à la démonstration matérielle d'un fait qu'il semblait difficile de vérifier d'une manière incontestable. Le hasard m'a mieux servi que je n'avais osé l'espérer.

» Parmi les poissons dont je désirais examiner la liqueur séminale, la Raie avait cet avantage que le mâle est facile à reconnaître par les deux longs appendices qui lui servent à retenir la femelle. Mais l'époque de leur frai n'étant pas connue, je ne trouvai d'abord que des organes rudimentaires. Enfin, au commencement d'avril, ils acquirent en peu de jours un développement rapide, et le canal déférent, que je n'avais pu voir, devint énorme et très compliqué : voici ce que j'ai observé alors.

» Les testicules, placés au-dessous des lobes latéraux du foie, diffèrent par leur forme à mesure qu'ils deviennent plus turgescents, parce que le droit est gêné dans son développement par le volume du lobe correspondant du foie. Sa face supérieure est convexe, inégale et comme tuberculeuse; des mamelons blanchâtres et granuleux, du volume d'un petit pois, sont séparés par des dépressions d'un gris plus ou moins foncé, au fond desquelles se voient des stries blanchâtres. Cette surface, ordinairement plane et lisse, devient d'autant plus bombée et granuleuse que le rut augmente; elle est formée par l'extrémité des vaisseaux sécréteurs du testicule qui se terminent en ampoules sphériques. Ces dilatations ont environ vingt fois le diamètre des canaux spermatiques dont ils sont la terminaison; c'est dans leur cavité que se forment les zoospermes dont les développements successifs produisent les différents aspects que prennent les culs-de-sac. Les ovaires présentent exactement les mêmes formes, les mêmes changements à la même époque; seulement les bosselures de la surface de l'ovaire sont dues à la présence d'ovules plus ou moins avancés, sur lesquels on distingue toujours le disque proligère et le point central de la fécondation.

» Le bord postérieur du testicule est blanchâtre, lisse, consistant, et représente le commencement de l'épididyme uni au sommet du cloaque par une expansion du péritoine. La face inférieure du testicule, blanchâtre et lisse dans toute son étendue, est parcourue par les vaisseaux sanguins et par les conduits excréteurs de l'organe. C'est un épididyme très-étalé, d'où part le canal déférent, comme la tige d'une feuille de nymphæa s'implante

à sa face inférieure, en lui fournissant des nervures dans tous les sens. De là le canal déférent remonte jusqu'à la base du foie, enveloppé seulement par un repli du péritoine; après quoi il se pelotonne en zigzags unis par du tissu cellulaire; il passe ensuite sous une espèce de prostate qui enveloppe ses circonvolutions, descend au côté interne du rein, en augmentant toujours de volume, et se termine par une dilatation considérable qui s'ouvre d'une part dans le cloaque, et de l'autre dans une vésicule séminale remplie d'un liquide jaunâtre très-abondant, contenant des zoospermes.

» D'après ce que je viens de dire du testicule de la raie, on voit qu'il n'est, pour ainsi dire, composé que de deux surfaces, dont la supérieure est presque entièrement couverte de mamelons, dus au développement des ampoules par lesquelles se terminent les canaux spermatiques, tandis que l'inférieure est tout entière formée par l'épididyme. Entre ces deux surfaces le trajet des canaux spermatiques doit être fort court, aussi est-ce dans les ampoules terminales que se forment les zoospermes; et comme ce travail ne commence pas en même temps dans toutes ces parties à la fois, il est très-facile d'en suivre les progrès successifs. C'est ce précieux avantage que je me suis efforcé de mettre à profit.

» Chacun des mamelons blanchâtres de la surface supérieure du testicule, vu à la loupe, paraît composé d'une centaine d'ampoules; bien entendu que les plus blanches, quand on les observe par réflexion, sont précisément celles dont la teinte est plus noire, quand on les voit par transparence. Les ampoules qui constituent chaque mamelon, vues au grossissement de quarante fois, sont plus ou moins avancées, quoique d'un volume à peu près égal. Pour bien les observer, il faut éviter de les recouvrir d'une lame de verre quelque mince qu'elle soit, parce que ce poids si léger suffit pour causer la rupture de leur enveloppe délicate.

» Les plus transparentes de ces ampoules, examinées au grossissement de 377, sont de beaucoup plus petites que les autres, complétement vides et diaphanes dans tous les points. Ce sont celles dans lesquelles aucun travail n'a encore commencé à se manifester. D'autres, encore pellucides, laissent pourtant apercevoir à l'intérieur une foule de granulations presque diaphanes qui tapissent la face interne de la membrane. Un lambeau examiné isolément au grossissement de 810 diamètres, prouve que ces espèces de vésicules tiennent encore à la paroi interne de la membrane. Dans

une autre ampoule un peu plus avancée, ces granulations sont devenues opaques, et commencent à se grouper vers le centre; d'où il résulte qu'elles sont déjà détachées. Dans une autre, des groupes distincts commencent à se former; dans la suivante les groupes sont complétement isolés les uns des autres; enfin la dernière est presque toute noire par suite du développement des faisceaux de zoospermes : ils sont alors prêts à passer dans le canal spermatique.

» Les zoospermes contenus dans les ampoules qui commencent à devenir opaques, sont roulés sur eux-mêmes, de manière à faire croire qu'ils sont contenus dans une vésicule très mince; mais avec un grossissement de 810, et beaucoup d'attention, on voit que la partie la plus mince de la queue est ce qui simule la circonférence d'une vésicule. En ajoutant une goutte d'eau, on établit des courants qui font varier la position de ces zoospermes ainsi peletonnés, et ces changements permettent de voir la fin de la queue. Dans les ampoules un peu plus avancées, les zoospermes se déroulent de plus en plus, et prennent différentes formes, dont quelques-unes donnent à l'extrémité antérieure, enroulée sur elle-même, l'aspect d'une tête lenticulaire. Dans les ampoules parsemées de taches noires bien circonscrites, les zoospermes sont déjà réunis en fascicules nombreux, quoique l'extrémité antérieure ne soit pas encore complétement déroulée. Enfin, dans les ampoules les plus avancées, les zoospermes sont complétement allongés, et les fascicules sont réunis en faisceaux plus volumineux, qui ne sont séparés que par une petite quantité de liquide visqueux et transparent. C'est dans cet état qu'on les retrouve dans toute l'étendue du canal déférent, et même dans le cloaque, où ils sont encore unis en groupes nombreux; seulement ils ont des dimensions à peu près doubles de celles qu'on trouve dans le testicule de ceux qui ont acquis le plus grand développement, et ils exercent des mouvements ondulatoires très variés, quoiqu'ils soient encore très intimement unis.

» Les zoospermes qu'on trouve dans la vésicule séminale sont presque tous isolés; ce qui doit faire penser que le liquide jaunâtre fourni par cette poche sert à leur dissociation. Il est probable que, pendant la vie, ils n'arrivent au cloaque qu'après cette dilution; mais, après la mort, la moindre pression exercée sur des organes aussi distendus doit faire passer directement ces groupes dans le cloaque. L'addition d'une goutte d'eau permet de voir comment les zoospermes se séparent; c'est toujours par la queue

que le faisceau se dissocie, et ce n'est quelquefois qu'après de longs efforts que les têtes se trouvent complétement isolées : on en voit qui restent très-longtemps bout à bout avant de pouvoir se décoller. Quand les zoospermes sont isolés, ils s'agitent avec une grande vivacité, à la manière des reptiles, et par de rapides oscillations, principalement de la partie antérieure, qui est opaque ; tandis que, quand ils sont réunis en groupes, c'est la partie mince et transparente, ou la queue, qui est la plus mobile.

» On n'observe jamais de mouvement dans les zoospermes de la raie provenant du testicule; mais, au contraire, vers la fin du canal déférent, on en trouve encore de vivants sur les individus dont la putréfaction exhale déjà une odeur insupportable. Leurs dimensions comparatives ont été prises à la *camera lucida* par M. Milne Edwards, qui a bien voulu vérifier une partie des détails indiqués ci-dessus.

» En résumé, les zoospermes de la raie se forment dans les ampoules qui terminent les vaisseaux spermatiques. Ils paraissent d'abord adhérents à la face interne de l'ampoule, soit dans une vésicule, soit en simulant une vésicule par leur enroulement. Quand ils sont libres, ils se déroulent successivement, en formant des figures très-variées, et commencent à se grouper en fascicules à mesure qu'ils se redressent. Ils forment des faisceaux plus nombreux, plus serrés encore, quand ils sont tout à-fait redressés. C'est dans cet état qu'ils parcourent tout le canal déférent, acquérant seulement des dimensions à peu près doubles, et des mouvements de plus en plus prononcés, malgré leur état d'agrégation, dû sans doute à la viscosité du véhicule. La dissociation ne commence qu'à l'aide du liquide fourni par la vésicule séminale. Ces détails viennent donc confirmer pleinement tout ce que j'ai dit (*Annales des Sc. nat.*, t. XV) de la production et des développements successifs des zoospermes, avec cette circonstance que les yeux peuvent suivre ce que l'analogie et le raisonnement avaient fait pressentir. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination et la réduction des intégrales dont les dérivées renferment une ou plusieurs fonctions implicites d'une même variable ; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

« Les formules générales que j'ai données, dans le *Compte rendu* de la séance du 17 mai, pour la détermination et la transformation des inté-

grales définies ou indéfinies, peuvent être facilement étendues, comme je l'ai dit, au cas où les dérivées des intégrales renferment une ou plusieurs fonctions implicites de la variable x à laquelle l'intégration se rapporte. L'extension dont il s'agit est l'objet du nouveau Mémoire que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie.

» Je considère d'abord le cas général où la variable x est liée à d'autres variables

$$y, z, \ldots, t,$$

par des équations algébriques ou transcendantes, en vertu desquelles les variables $y, z, \ldots, t$ deviennent des fonctions implicites de x. Si ces mêmes équations permettent d'exprimer en fonctions continues des seules variables x, t, chacune des variables $y, z, \ldots$, les principes établis dans le précédent Mémoire fourniront le moyen de déterminer ou de transformer une intégrale dont la dérivée serait fonction continue de toutes les variables, ou du moins la somme s des valeurs de cette intégrale qui correspondront aux diverses valeurs de la variable x considérée comme fonction de t. On doit surtout remarquer le cas où une seule des équations données renferme la variable t, et où les autres équations renferment seulement les variables $y, z, \ldots$ considérées comme fonctions implicites de x. Dans ce cas, et sous les conditions indiquées par le calcul des résidus, la somme s s'obtient en termes finis, et se trouve exprimée par des fonctions algébriques et logarithmiques de t. La formule qui la détermine comprend elle-même, comme cas particuliers, les belles formules d'Euler, de Lagrange et d'Abel, relatives aux transcendantes elliptiques et aux intégrales dont les dérivées renferment les racines d'une équation algébrique, par exemple, la formule à laquelle Abel est parvenu dans le Mémoire couronné par l'Académie. Pour tirer ces diverses formules de celle que j'ai obtenue, il suffit de réduire les équations données à des équations algébriques, et les diverses fonctions implicites à une seule, par exemple à un seul radical du second degré ou d'un degré plus élevé. Mais il importe d'observer que je détermine la somme s, lors même que les équations données deviennent transcendantes, et lorsque la dérivée de l'intégrale que l'on considère renferme plusieurs fonctions implicites de la variable x, par exemple, plusieurs radicaux de même degré ou de degrés inégaux.

§ I^er. *Considérations générales.*

» Supposons la variable x liée à d'autres variables

$$y, z, \ldots, t$$

par les équations algébriques ou transcendantes

$$(1)\qquad Y = 0, \quad Z = 0, \ldots, \quad T = 0,$$

dont le nombre est égal au nombre de ces autres variables. On pourra considérer les variables $y, z, \ldots, t$ comme des fonctions implicites de x; et, après avoir substitué leurs valeurs tirées des équations (1) dans une fonction

$$\mathrm{f}(x, y, z, \ldots, t)$$

de toutes les variables, on pourra chercher la valeur de l'intégrale

$$(2)\qquad \mathcal{X} = \int_{\xi}^{x} \mathrm{f}(x, y, z, \ldots, t)\, dx,$$

ξ désignant une valeur particulière de la variable x.

» Supposons maintenant qu'en vertu des équations (1) on puisse exprimer, en fonctions continues des deux variables x, t, les autres variables

$$y, z, \ldots,$$

et que l'élimination de ces dernières variables entre les équations (1) produise l'équation résultante

$$(3)\qquad F(x, t) = 0.$$

Si, dans l'intégrale (2), on substitue à la variable principale x la variable t, liée à x par l'équation (3), et si l'on fait, pour abréger,

$$\Phi(x, t) = D_x F(x, t), \quad \Psi(x, t) = D_t F(x, t),$$

on trouvera

$$(4)\qquad \mathcal{X} = -\int_{\tau}^{t} \frac{\Psi(x, t)}{\Phi(x, t)} \mathrm{f}(x, y, z, \ldots, t)\, dt,$$

τ désignant une valeur particulière de t, à laquelle est censée correspondre la valeur particulière ξ de la variable x. D'ailleurs les limites τ, t devront être suffisamment rapprochées pour que t reste fonction continue de x, et x de t, entre les limites de l'intégration.

» Concevons maintenant que l'équation (3), résolue par rapport à x, fournisse plusieurs racines, c'est-à-dire plusieurs valeurs

$$x_1,\ x_2,\ x_3, \ldots,$$

de la variable x considérée comme fonction de t. Nommons

$$y_1,\ y_2,\ y_3, \ldots;\quad z_1,\ z_2,\ z_3, \ldots;\ \text{etc.}$$

les valeurs correspondantes de la variable y, de la variable z, etc.; et

$$s = -\int_\tau^t \frac{\Psi(x_1, t)}{\Phi(x_1, t)} f(x_1, y_1, z_1, \ldots, t)\, dt - \text{etc.}$$

la somme des valeurs correspondantes de l'intégrale $\mathcal{X}$. On pourra présenter la valeur de s sous la forme

$$(5)\qquad s = -\int_\tau^t \mathcal{E} \frac{\Psi(x, t)\, f(x, y, z, \ldots, t)}{((F(x, t)))}\, dt,$$

ou, ce qui revient au même, sous la forme

$$(6)\qquad \begin{cases} s = \displaystyle\int_\tau^t \mathcal{E} \frac{((\Phi(x, t)\, f(x, y, z, \ldots, t)))}{F(x, t)}\, dt \\ \quad - \displaystyle\int_\tau^t \mathcal{E} \frac{((\Psi(x, t)\, f(x, y, z, \ldots, t)))}{F(x, t)}\, dt. \end{cases}$$

» La formule (6) comprend, comme cas particulier, une formule analogue, que j'ai donnée dans le *Compte rendu* de la séance du 17 mai, et s'applique pareillement à la détermination ou à la transformation d'une multitude d'intégrales définies ou indéfinies. Entre les applications que l'on en peut faire, on doit remarquer celles qui se rapportent au cas où, parmi les équations (1), une seule, savoir,

$$T = 0,$$

renferme la variable t, les autres

$$Y = 0, \quad Z = 0, \ldots,$$

servant à déterminer $y, z, \ldots$ en fonction de x. Si, dans ce même cas, on suppose la fonction

$$f(x, y, z, \ldots, t)$$

indépendante de t, les équations (2) et (6) se réduiront à

$$\mathcal{X} = \int_{\xi}^{x} f(x, y, z, \ldots) \, dx, \tag{7}$$

$$(8) \left\{ \begin{aligned} s = & \int_{\tau}^{t} \mathcal{E} \frac{((\Psi(x, t) f(x, y, z, \ldots)))}{F(x, t)} dt \\ & - \int_{\tau}^{t} \mathcal{E} \left(\left(\frac{\Psi(x, t) f(x, y, z, \ldots)}{F(x, t)}\right)\right) dt; \end{aligned} \right.$$

et, si d'ailleurs le rapport

$$\frac{\Psi(x, t)}{F(x, t)}$$

ne devient infini que pour des valeurs nulles de $F(x, t)$, on aura

$$\mathcal{E} \frac{((\Psi(x, t) f(x, y, z, \ldots, t)))}{F(x, t)} = \mathcal{E} \frac{\Psi(x, t)}{F(x, t)} ((f(x, y, z, \ldots))).$$

en sorte que la formule (8) donnera

$$(9) \left\{ \begin{aligned} s = & \; \mathcal{E}((f(x, y, z, \ldots))) \, l \left\{ \frac{F(x, t)}{F(x, \tau)} \right\} \\ & - \int_{\tau}^{t} \mathcal{E} \left(\left(\frac{\Psi(x, t) f(x, y, z, \ldots)}{F(x, t)}\right)\right) dt. \end{aligned} \right.$$

Ajoutons que le facteur

$$f(x, y, z, \ldots)$$

pourra être considéré comme une fonction de la seule variable x, dont les variables

$$y, z, \ldots$$

seront elles-mêmes, par hypothèse, des fonctions continues, du moins

entre les limites des intégrations ; et que, si l'on pose en conséquence

$$f(x, y, z, \ldots) = \varpi(x),$$

on aura, sous les conditions indiquées par le calcul des résidus,

$$\mathcal{E}\left(\left(\frac{\Psi(x, t)\,\varpi(x)}{F(x, t)}\right)\right) = \mathcal{E}\,\frac{\Psi\left(\frac{1}{x}, t\right)\varpi\left(\frac{1}{x}\right)}{((x^2))\,F\left(\frac{1}{x}, t\right)}.$$

Cela posé, la formule (9) donnera simplement

$$(10)\qquad s = \mathcal{E}\,((\varpi(x)))\;\mathrm{l}\left\{\frac{F(x, t)}{F(x, \tau)}\right\} - \mathcal{E}\,\frac{\varpi\left(\frac{1}{x}\right)}{((x^2))}\;\mathrm{l}\left\{\frac{F\left(\frac{1}{x}, t\right)}{F\left(\frac{1}{x}, \tau\right)}\right\}.$$

» La formule (10) comprend, comme cas particuliers, les beaux théorèmes d'Euler et d'Abel sur les intégrales dont les dérivées renferment des radicaux du second degré, ou plus généralement des racines d'équations algébriques. Nous pourrions appliquer immédiatement la formule (10) à divers exemples. Mais les applications deviendront plus faciles, quand le second membre sera présenté sous une autre forme que nous donnerons dans le paragraphe suivant.

§ II. *Méthode abrégée pour la sommation des valeurs d'une intégrale dont la dérivée renferme plusieurs fonctions implicites de la variable x.*

» Soit $f(x)$ une fonction donnée de la variable x. Si à cette variable x on substitue une autre variable t liée à x par l'équation

$$(1)\qquad F(x, t) = 0;$$

alors, en nommant $\Phi(x, t)$, $\Psi(x, t)$ les deux dérivées partielles de la fonction $F(x, t)$ relatives aux deux variables x, t, et

$$\tau,\ \xi,$$

deux valeurs particulières correspondantes de ces mêmes variables, on

aura

$$(2)\qquad \int_{\xi}^{x} \mathrm{f}(x)\,dx = -\int_{\tau}^{t} \frac{\Psi(x,t)}{\Phi(x,t)}\,\mathrm{f}(x)\,dt.$$

Si d'ailleurs on représente par

$$x_1,\quad x_2,\ldots$$

les diverses racines de l'équation (1), c'est-à-dire les diverses valeurs de la variable x, considérée comme fonction de t en vertu de cette même équation, et si l'on pose pour abréger

$$(3)\quad s = \int_{\xi_1}^{x_1} \mathrm{f}(x)\,dx + \int_{\xi_2}^{x_2} \mathrm{f}(x)\,dx + \ldots = \Sigma \int_{\xi}^{x} \mathrm{f}(x)\,dx,$$

ξ_1, ξ_2, ... étant les valeurs de x_1, x_2, ... qui correspondent à $t = \tau$; on aura

$$(4)\qquad s = -\int_{\tau}^{t} \mathcal{E} \frac{\Psi(x,t)}{((\mathrm{F}(x,t)))}\,\mathrm{f}(x)\,dt:$$

puis, en supposant que le rapport

$$\frac{\Psi(x,t)}{\mathrm{F}(x,t)}$$

ne devienne infini qu'avec

$$\frac{1}{\mathrm{F}(x,t)},$$

on tirera de la formule (4)

$$(5)\quad s = \mathcal{E}\,((\mathrm{f}(x)))\int_{\tau}^{t} \frac{\Psi(x,t)}{\mathrm{F}(x,t)}\,dt - \int_{\tau}^{t} \mathcal{E}\left(\left(\mathrm{f}(x)\,\frac{\Psi(x,t)}{\mathrm{F}(x,t)}\right)\right) dt,$$

ou, ce qui revient au même,

$$(6)\ \sum \int_{\xi}^{x} \mathrm{f}(x)\,dx = \mathcal{E}\,((\mathrm{f}(x)))\,\mathrm{l}\left\{\frac{\mathrm{F}(x,t)}{\mathrm{F}(x,\tau)}\right\} - \int_{\tau}^{t} \mathcal{E}\left(\left(\mathrm{f}(x)\frac{\Psi(x,t)}{\mathrm{F}(x,t)}\right)\right) dt.$$

On ne doit pas oublier que, dans la formule (6), la sommation indiquée par le signe Σ s'étend aux diverses valeurs de x qui vérifient l'équation (1).

» Pour que la formule (6) subsiste, il n'est pas nécessaire que la dérivée de l'intégrale

$$\int_{\xi}^{x} \mathrm{f}(x)\,dx,$$

représentée par $\mathrm{f}(x)$, soit une fonction explicite de la variable x; et l'on pourrait, dans la formule dont il s'agit, remplacer $\mathrm{f}(x)$ par une fonction continue

$$\mathrm{f}(x, y, z, \ldots)$$

de la variable x et d'autres variables $y, z, \ldots$ qui seraient elles-mêmes des fonctions de x déterminées par certaines équations.

» Supposons d'abord, pour plus de simplicité, que, dans la formule (6), on remplace $\mathrm{f}(x)$ par $\mathrm{f}(x, y)$, y étant une fonction de x, liée à x par une certaine équation

$$\mathrm{Y} = 0, \tag{7}$$

dont le premier membre renferme x et y. Supposons d'ailleurs qu'à l'équation (7) on joigne une autre équation de la forme

$$\mathcal{F}(x, y, t) = 0 \tag{8}$$

dont le premier membre soit fonction de y et de la nouvelle variable t. Si l'on nomme

$$y_1, y_2, y_3, \ldots$$

les diverses racines de l'équation (7) résolue par rapport à y, c'est-à-dire, les diverses fonctions de x que cette équation donne pour valeurs de y, on pourra, dans la formule (6), remplacer successivement le facteur

$$\mathrm{f}(x)$$

par chacune des fonctions

$$\mathrm{f}(x, y_1), \quad \mathrm{f}(x, y_2), \quad \text{etc.},$$

pourvu que l'on y remplace en même temps

$$\mathrm{F}(x, t)$$

par l'une des fonctions

$$\mathfrak{F}(x,\ y_{,},\ t),\quad \mathfrak{F}(x,\ y_{,,},\ t),\ \text{etc.}\ldots$$

On trouvera, par exemple,

$$(9)\quad \left\{\begin{aligned} \Sigma\int_{\xi}^{x} \mathrm{f}(x,\ y_{,})\,dx = \mathcal{E}((\mathrm{f}(x,\ y_{,})))\,\mathrm{l}\left\{\frac{\mathfrak{F}(x,\ y_{,},\ t)}{\mathfrak{F}(x,\ y_{,},\ \tau)}\right\} \\ -\int_{\tau}^{t}\mathcal{E}((\mathrm{f}(x,\ y_{,})\,\mathrm{D}_{t}\,\mathrm{l}\,\mathfrak{F}(x,y_{,},t)))\,dt, \end{aligned}\right.$$

le signe Σ étant relatif aux seules valeurs de x qui vérifieront l'équation

$$\mathfrak{F}(x,\ y_{,},\ t) = 0.$$

Cela posé, combinons entre elles, par voie d'addition, la formule (9) et les formules analogues. Nommons

$$s$$

la somme totale des valeurs de l'intégrale

$$\int_{\xi}^{x} \mathrm{f}(x,y)\,dx,$$

correspondantes non-seulement aux diverses valeurs $y_{,}$, $y_{,,}$,.... de y considérée comme fonction de x, mais encore, pour chaque valeur de y, aux diverses valeurs de x qui vérifient l'équation (8), en sorte qu'on ait

$$(10)\qquad s = \sum\int_{\xi}^{x}\mathrm{f}(x,y_{,})\,dx + \sum\int_{\xi}^{x}\mathrm{f}(x,\ y_{,,})\,dx + \text{etc.},$$

le signe Σ se rapportant, dans le premier terme de la valeur de s, aux seules valeurs de x qui vérifient l'équation

$$\mathfrak{F}(x,\ y_{,},\ t) = 0;$$

dans le second terme, aux seules valeurs de x qui vérifient l'équation

$$\mathfrak{F}(x,\ y_{,,},\ t) = 0,$$

etc.... Enfin posons, pour abréger,

$$(11)\quad \mathrm{f}(x,\ y_{,})\,\mathrm{l}\,\mathfrak{F}(x,y_{,},\ t) + \mathrm{f}(x,\ y_{,,})\,\mathrm{l}\,\mathfrak{F}(x,\ y_{,,},\ t) + \ldots = \Pi(x,\ t).$$

On trouvera

$$(12)\quad \begin{cases} s = \mathcal{E}((\mathrm{f}(x, y_{\prime}))) \, \mathrm{l}\left\{\dfrac{\mathcal{F}(x, y_{\prime}, t)}{\mathcal{F}(x, y_{\prime}, \tau)}\right\} + \mathcal{E}((\mathrm{f}(x, y_{\prime\prime}))) \, \mathrm{l}\left\{\dfrac{\mathcal{F}(x, y_{\prime\prime}, t)}{\mathcal{F}(x, y_{\prime\prime}, \tau)}\right\} + \ldots \\ \qquad - \displaystyle\int_{\tau}^{t} \mathcal{E}((\mathrm{D}_t \mathrm{l}\Pi(x, t))) \, dt. \end{cases}$$

Pour plus de simplicité, on peut écrire

$$(13)\quad s = \mathcal{E}((\Pi(x, t) - \Pi(x, \tau))) - \int_{\tau}^{t} \mathcal{E}((\mathrm{D}_t \mathrm{l}\Pi(x, t))) \, dt,$$

pourvu que, dans l'expression

$$\mathcal{E}((\Pi(x, t) - \Pi(x, \tau))),$$

on étende l'extraction de résidus indiquée par le signe $\mathcal{E}$ aux seules valeurs de x qui rendent infinies les fonctions

$$\mathrm{f}(x, y_{\prime}), \quad \mathrm{f}(x, y_{\prime\prime}), \ldots$$

» Il est bon d'observer qu'en vertu de la formule (11),

$$\mathrm{D}_t \mathrm{l}\Pi(x, t)$$

sera une fonction symétrique des racines de l'équation (7). On aura donc par suite, sous les conditions indiquées par le calcul des résidus,

$$(14)\quad \mathcal{E}((\mathrm{D}_t \mathrm{l}\Pi(x, t))) = \mathcal{E}\,\frac{\mathrm{D}_t \mathrm{l}\Pi\left(\frac{1}{x}, t\right)}{((x^2))}.$$

Or, de la formule (13), jointe à la formule (14), on tirera

$$(15)\quad s = \mathcal{E}((\Pi(x, t) - \Pi(x, \tau))) - \mathcal{E}\,\frac{\Pi\left(\frac{1}{x}, t\right) - \Pi\left(\frac{1}{x}, \tau\right)}{((x^2))}.$$

» Supposons maintenant que, dans la formule (6), on remplace $\mathrm{f}(x)$ par

$$\mathrm{f}(x, y, z, \ldots),$$

y, z... étant des fonctions de x, liées à x par certaines équations

$$(16) \qquad Y = 0, \quad Z = 0, \ldots\ldots$$

Supposons d'ailleurs qu'à l'équation (7) on joigne une autre équation de la forme

$$(17) \qquad \mathfrak{F}(x, y, z, \ldots\ldots, t) = 0,$$

dont le premier membre soit fonction de y, z,.... et de la nouvelle variable t. Si l'on nomme s la somme des valeurs de l'intégrale

$$\int_t^x \mathrm{f}(x, y, z, \ldots) dx,$$

correspondantes, non-seulement aux divers systèmes des valeurs de y, z,..., considérées comme fonctions de x, mais aussi aux diverses valeurs que fournira l'équation (17) pour la variable x considérée comme fonction de t; alors, par une marche entièrement semblable à celle que nous avons suivie tout-à-l'heure, on arrivera encore aux formules (13) et (15), pourvu que l'on pose

$$(18) \qquad \Pi(x, t) = \Sigma \mathrm{f}(x, y, z, \ldots) \, \mathrm{l} \mathfrak{F}(x, y, z, \ldots\ldots, t),$$

la sommation que le signe Σ indique s'étendant aux divers systèmes de valeurs de y, z,....., qui vérifient les équations (16).

§ III. *Exemples*.

» Nous donnerons, dans d'autres mémoires, de nombreuses applications des formules ci-dessus établies et en particulier de la formule (15) du § II. Aujourd'hui, pour mieux constater l'exactitude de cette formule, nous nous bornerons à en déduire quelques théorèmes déjà connus, ou quelques résultats que l'on puisse aisément vérifier à l'aide des méthodes d'intégration généralement adoptées.

» Supposons d'abord que l'équation (7) du § II se réduise à

$$(1) \qquad y^n = X,$$

X étant une fonction entière de la seule variable x. Supposons encore que le premier membre $\mathcal{F}(x, y, t)$ de l'équation

$$(2) \qquad \mathcal{F}(x, y, t) = 0$$

soit une fonction entière des variables x, y, et que l'on ait

$$(3) \qquad \text{f}(x, y) = \frac{\text{f}(x)}{y},$$

$\text{f}(x)$ désignant une fonction rationnelle de la variable x. Les diverses racines

$$y_{\prime},\ y_{\prime\prime},\ y_{\prime\prime\prime},\ldots$$

de l'équation (1) seront respectivement proportionnelles aux diverses racines $n^{\text{ièmes}}$ de l'unité; d'où il suit que leurs puissances positives ou négatives, du degré m ou du degré $-m$, offriront une somme nulle, quand m sera un entier non divisible par n, en sorte qu'on aura, par exemple,

$$(4) \qquad \frac{1}{y_{\prime}} + \frac{1}{y_{\prime\prime}} + \ldots = 0.$$

D'ailleurs, si l'on pose, pour abréger,

$$(5) \qquad \varpi(x, t) = \frac{1}{y_{\prime}} \, \text{l} \, \mathcal{F}(x, y_{\prime}, t) + \frac{1}{y_{\prime\prime}} \, \text{l} \, \mathcal{F}(x, y_{\prime\prime}, t) + \ldots,$$

la formule (11) du § II donnera

$$(6) \qquad \Pi(x, t) = \text{f}(x) \varpi(x, t);$$

et, comme de l'équation (5), combinée avec la formule (4), on tirera

$$\varpi(x, t) = \frac{1}{y_{\prime}} \, \text{l} \left\{ \frac{\mathcal{F}(x, y_{\prime}, t)}{\mathcal{F}(x, 0, t)} \right\} + \frac{1}{y_{\prime\prime}} \, \text{l} \left\{ \frac{\mathcal{F}(x, y_{\prime\prime}, t)}{\mathcal{F}(x, 0, t)} \right\} + \ldots,$$

il est clair que la fonction $\varpi(x, t)$ ne deviendra point infinie avec les facteurs

$$\frac{1}{y_{\prime}},\quad \frac{1}{y_{\prime\prime}},\ldots\ldots$$

De cette remarque, jointe à l'équation (6), on conclura que, dans la for-

mule (15) du § I^er, l'expression

$$\mathcal{E}\,((\Pi(x,t)-\Pi(x,\tau)))$$

peut être réduite à

$$\mathcal{E}\,[\varpi(x,t)-\varpi(x,\tau)]\,((f(x))).$$

Donc, en vertu de cette même formule, la valeur de la somme

$$(7)\qquad s=\sum\int_{\xi}^{x} f(x,y)\,dx=\sum\int_{\xi}^{x} f(x)\frac{dx}{y}$$

sera

$$(8)\qquad \left\{\begin{aligned} \sum\int_{\xi}^{x} f(x)\frac{dx}{y} &= \mathcal{E}\,[\varpi(x,t)-\varpi(x,\tau)]\,((f(x)))\\ &\quad-\mathcal{E}\,\frac{\varpi\left(\frac{1}{x},t\right)-\varpi\left(\frac{1}{x},\tau\right)}{((x^2))}\left(\left(f\left(\frac{1}{x}\right)\right)\right).\end{aligned}\right.$$

On ne devra pas oublier que, dans le premier membre de la formule (8), la sommation indiquée par le signe Σ s'étend, non-seulement, à toutes les valeurs de y qui vérifient l'équation (1), mais aussi, pour chacune de ces valeurs de y, à toutes les valeurs de x qui vérifient l'équation (2).

» Si, dans la formule (8), on pose en particulier

$$f(x)=\frac{1}{x-a},$$

a désignant une constante arbitrairement choisie, on trouvera simplement

$$(9)\qquad \sum\int_{\xi}^{x}\frac{dx}{(x-a)y}=\varpi(a,t)-\varpi(a,\tau).$$

» Enfin, si l'on prend $n=2$, on aura, dans les formules (8) et (9)

$$\varpi(x,t)=\frac{1}{y_{,}}\,l\,\mathcal{F}(x,y_{,},t)+\frac{1}{y_{,,}}\,l\,\mathcal{F}(x,y_{,,},t),$$

ou, ce qui revient au même,

$$(10)\qquad \varpi(x,t)=\frac{1}{\sqrt{X}}\,l\left\{\frac{\mathcal{F}(x,\sqrt{X},t)}{\mathcal{F}(x,-\sqrt{X},t)}\right\}.$$

» La formule (8) coïncide au fond avec celles que renferme un Mémoire de M. Broch, inséré dans le tome XX du Journal de M. Crelle, savoir, lorsque n est un nombre pair, avec la formule (58) de ce Mémoire, et lorsque n est un nombre impair, avec la formule (59) [*ibidem*]. Le cas particulier où l'on suppose $n=2$ est celui qu'Abel avait déjà traité [voir le tome Ier des Œuvres d'Abel, Mémoire XVe]. Ajoutons que, dans le cas où les fonctions implicites de x, représentées par $y, z,\ldots$, se réduisent à une seule, et où

$$\mathrm{Y}, \quad \mathscr{F}(x, y, t)$$

sont des fonctions entières des variables x, y, la fonction

$$\mathrm{f}(x, y)$$

étant elle-même une fonction rationnelle de ces variables, la valeur de la somme s pourrait être déterminée à l'aide d'une formule qui a été donnée par Abel dans le Mémoire couronné, et qui doit nécessairement s'accorder avec la formule (15) du § II.

» Lorsque $f(x)$ se réduit à une fonction entière de x, dont le degré, augmenté d'une unité, reste inférieur à la moitié du degré de la fonction X; la formule (8) donne simplement

$$\sum \int_{\xi}^{x} f(x)\,\frac{dx}{y} = 0. \tag{11}$$

Cette dernière formule comprend, comme cas particulier, le théorème d'Euler relatif à l'intégration de l'équation

$$\frac{dx}{\sqrt{\varpi(x)}} + \frac{dy}{\sqrt{\varpi(y)}} = 0,$$

dans laquelle $\varpi(x)$ représente une fonction entière de x du quatrième degré.

» Concevons maintenant que l'on veuille se servir de la formule (15) du § II pour déterminer la somme s des diverses valeurs d'une intégrale dont la dérivée renferme deux fonctions implicites y, z de la variable principale x; et, pour donner un exemple de cette détermination dans un cas très simple, supposons que l'on ait

$$y^2 = a + x, \qquad z^2 = a - x, \tag{12}$$

α désignant une quantité positive. Supposons encore que la variable principale x soit liée à la nouvelle variable t par l'équation

$$(13) \qquad y - z = t,$$

et que l'intégration relative à t s'effectue entre deux limites positives dont la plus grande ne dépasse pas $\sqrt{2\alpha}$. Comme on tirera des équations (12) et (13)

$$(14) \qquad x^2 = t^2\left(\alpha - \frac{t^2}{4}\right),$$

et par suite

$$(15) \qquad x = t\left(\alpha - \frac{t^2}{4}\right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{ou} \quad x = -\,t\left(\alpha - \frac{t^2}{4}\right)^{\frac{1}{2}},$$

l'intégration relative à x s'effectuera elle-même entre deux limites ou positives, ou négatives, mais dont les valeurs numériques ne dépasseront pas le nombre α. Ajoutons que l'on déduira de la première des formules (12) deux valeurs de y, savoir,

$$y = \sqrt{\alpha + x}, \qquad y = -\sqrt{\alpha + x},$$

et de la seconde des formules (12) deux valeurs de z, savoir

$$z = \sqrt{\alpha - x}, \qquad z = -\sqrt{\alpha - x}.$$

Or, t restant, par hypothèse, positif et inférieur à $\sqrt{2\alpha}$, il faudra, pour vérifier l'équation (13), supposer nécessairement ou

$$y = \sqrt{\alpha + x}, \qquad z = \sqrt{\alpha - x}, \qquad x = t\left(\alpha - \frac{t^2}{4}\right)^{\frac{1}{2}},$$

ou

$$y = -\sqrt{\alpha + x}, \qquad z = -\sqrt{\alpha - x}, \qquad x = -\,t\left(\alpha - \frac{t^2}{4}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

Mais l'équation (13) ne pourra plus être vérifiée, si l'on y suppose

$$y = \sqrt{\alpha + x}, \qquad z = -\sqrt{\alpha - x},$$

ou bien

$$y = -\sqrt{\alpha + x}, \qquad z = \sqrt{\alpha - x}.$$

Cela posé, soit

$$f(x, y, z)$$

une fonction rationnelle quelconque de x, y, z, et faisons pour abréger

$$\xi = \tau\left(\alpha - \frac{\tau^2}{4}\right)^{\frac{1}{2}}, \quad \Xi = t\left(\alpha - \frac{t^2}{4}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

La somme

$$s = \sum \int_{\xi}^{x} f(x, y, z)\, dx$$

des valeurs de l'intégrale

$$\int_{\xi}^{x} f(x, y, z)\, dx$$

qui correspondent non-seulement aux diverses valeurs de y et de z tirées des formules (12), mais aussi, pour chaque système de valeurs de y et de z, aux diverses valeurs de x tirées de la formule (13), se réduira simplement à

$$s = \int_{\xi}^{\Xi} f(x, \sqrt{\alpha + x}, \sqrt{\alpha - x})\, dx \\ + \int_{-\xi}^{-\Xi} f(x, -\sqrt{\alpha + x}, -\sqrt{\alpha - x})\, dx,$$

ou, ce qui revient au même, à

$$s = \int_{\xi}^{\Xi} \left[f(x, \sqrt{\alpha + x}, \sqrt{\alpha - x}) - f(-x, -\sqrt{\alpha - x}, -\sqrt{\alpha + x}) \right] dx.$$

Telle est la somme dont l'équation (15) du § II déterminera la valeur. En d'autres termes, on aura

$$(16) \quad s = \int_{\xi}^{x} \left[f(x, \sqrt{\alpha + x}, \sqrt{\alpha - x}) - f(-x, -\sqrt{\alpha - x}, -\sqrt{\alpha + x}) \right] dx,$$

les limites ξ, x de l'intégration relative à x étant liées à t et à τ par les formules

$$(17) \qquad \xi = \tau\left(\alpha - \frac{\tau^2}{4}\right)^{\frac{1}{2}}, \quad x = t\left(\alpha - \frac{t^2}{4}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

» Si, pour fixer les idées, on prend

$$f(x, y, z) = \frac{f(x)}{y + z},$$

$f(x)$ étant une fonction rationnelle de x; alors, en posant, pour abréger,

$$(18)\quad \left\{\begin{aligned} \varpi(x, t) = {} & \frac{1}{\sqrt{\alpha+x}+\sqrt{\alpha-x}}\, \mathrm{l}\left\{\frac{\sqrt{\alpha+x}-\sqrt{\alpha-x}-t}{\sqrt{\alpha+x}-\sqrt{\alpha-x}+t}\right\} \\ & + \frac{1}{\sqrt{\alpha+x}-\sqrt{\alpha-x}}\, \mathrm{l}\left\{\frac{\sqrt{\alpha+x}+\sqrt{\alpha-x}-t}{\sqrt{\alpha+x}+\sqrt{\alpha-x}+t}\right\}, \end{aligned}\right.$$

on tirera de la formule (15) du § II

$$(19)\quad \left\{\begin{aligned} & \int_\xi^x \frac{f(x)+f(-x)}{\sqrt{\alpha+x}+\sqrt{\alpha-x}}\,dx = \alpha^{\frac{1}{2}} f(0)\, \mathrm{l}\left\{\frac{2\sqrt{\alpha}-t}{2\sqrt{\alpha}+t}\,\frac{2\sqrt{\alpha}+\tau}{2\sqrt{\alpha}-\tau}\right\} \\ & + \mathcal{E}[\varpi(x,t)-\varpi(x,\tau)]((f(x))) - \mathcal{E}\frac{\left\{\varpi\left(\frac{1}{x}, t\right)-\varpi\left(\frac{1}{x}, \tau\right)\right\} f\left(\frac{1}{x}\right)}{((x^2))}. \end{aligned}\right.$$

» Si l'on pose, en particulier, $f(x) = 1$, on trouvera

$$(20)\quad \int_\xi^x \frac{dx}{\sqrt{\alpha+x}+\sqrt{\alpha-x}} = t - \tau + \frac{\alpha^{\frac{1}{2}}}{2}\left(\mathrm{l}\,\frac{2\sqrt{\alpha}-t}{2\sqrt{\alpha}+t} - \mathrm{l}\,\frac{2\sqrt{\alpha}-\tau}{2\sqrt{\alpha}+\tau}\right),$$

x étant toujours lié à t, et ξ à τ, par les formules (17), ou, ce qui revient au même, par les suivantes :

$$(21)\quad t = \sqrt{\alpha+x} - \sqrt{\alpha-x}, \quad \tau = \sqrt{\alpha+\xi} - \sqrt{\alpha-\xi}.$$

Il est d'ailleurs facile de vérifier l'exactitude de la formule (20), soit à l'aide des méthodes d'intégration généralement suivies, soit même à l'aide de la seule différentiation de ses deux membres. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux acides de la série draconique ;* *par* M. AUG. LAURENT.

(Commission précédemment nommée.)

« Dans mon Mémoire sur le phényle, j'ai donné un exemple d'une substitution de l'hydrogène opérée à la fois par le brome et par l'acide hyponitrique. Dans celui-ci je donne quatre nouveaux exemples de substitutions analogues, ce sont :

» 1°. L'*acide chloro-draconésique*. On l'obtient en faisant agir le chlore sur l'acide draconique; il est cristallisé, volatil sans décomposition, et il forme, avec les bases, des sels qui ont la plus grande analogie avec les draconates. Sa formule est

$$C^{64} H^{22} Cl^4 O^{10} + 2H^2 O ;$$

elle représente celle de l'essence d'estragon dont une partie de l'hydrogène a été remplacée par de l'oxigène et par du chlore; ou bien celle de l'acide draconique dont 4 atomes d'hydrogène ont été remplacés par 4 at. de chlore ;

» 2°. L'*acide bromo-draconésique*. On l'obtient en faisant chauffer l'acide draconique avec du brome. Par la sublimation il donne des lamelles rectangulaires blanches très-belles.

» Sa composition ressemble à celle de l'acide précédent. Elle se représente par

$$C^{64} H^{22} Br^4 O^{10} + 2H^2 O;$$

» 3°. L'*acide nitro-chloro-draconésique*. On le prépare en traitant l'acide nitro-draconasique par le chlore. Sa formule se représente par

$$C^{46} H^{22} Cl^2 Az^2 O^{14} + 2H^2 O :$$

c'est celle de l'essence d'estragon dont 9 équivalents d'hydrogène ont été remplacés par 7 éq. d'oxigène, 1 éq. d'acide hyponitrique et 1 éq. de chlore.

» C'est le premier exemple d'une substitution aussi compliquée.

» 4°. L'*acide nitro-bromo-draconésique*. Il se prépare en faisant chauffer

du brome avec l'acide nitro-draconasique. Sa formule est

$$C^{64} H^{22} Br^{2} Az^{2} O^{14} + 2H^{2} O.$$

» L'essence d'estragon donne donc naissance à sept acides dont la composition est en apparence très compliquée. Ces acides se ressemblent au plus haut degré. Ils sont tous presque insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et dans l'éther. Tous peuvent se sublimer sans se décomposer. Leur point de fusion varie de 175 à 200°. Avec les oxides, ils forment des sels qui sont tous également solubles ou insolubles, cristallisables, et qui renferment 2 atomes de base. La cause de cette analogie se découvre facilement en remplaçant les atomes par les équivalents, et en admettant que l'azote est à l'état d'acide hyponitrique ($A^{2}O^{4} = X$) dans les composés nitrogénés. La cause de cette analogie réside, comme je l'ai annoncé le premier, dans la structure de ces composés, qui n'a pas varié malgré leurs transformations successives. Voici le tableaux de ces combinaisons représentées avec les équivalents :

Essence d'estragon............	$C^{32} H^{20} O^{3}$,	
Acide draconique.............	$C^{32} H^{13} O^{7} O^{3}$	+ 2Aq,
Acide nitro-draconasique.......	$C^{32} H^{12} X O^{7} O^{3}$	+ 2Aq,
Acide nitro-draconésique.......	$C^{32} H^{11} X^{2} O^{7} O^{3}$	+ 2Aq,
Acide chloro-draconésique......	$C^{32} H^{11} Cl^{2} O^{7} O^{3}$	+ 2Aq,
Acide bromo-draconésique......	$C^{32} H^{11} Br^{2} O^{7} O^{3}$	+ 2Aq,
Acide nitro-chloro-draconésique.	$C^{23} H^{11} XCl O^{7} O^{8}$	+ 2Aq,
Acide nitro-bromo-draconésique.	$C^{32} H^{11} XBr O^{7} O^{3}$	$+^{3}$ 2Aq,
Sels........................	$C^{32}(H, X, Br, Cl, O,^{20} O^{3}$	+ 2B.
Acide sulfo-draconique........	$C^{32} H^{20} O^{3}$	+ $2So^{3}$?
Chloro-draconyle.............	$C^{32} H^{14} Cl^{6} O^{3}$	
Perchloro-draconyle..........	$C^{32} H^{15} Cl^{5} O^{3}$	+ 2Cl. »

M. **Jaume Saint-Hilaire** adresse un Mémoire ayant pour titre : *Expériences et observations sur la croissance des arbres, commencées en* 1743 *par* Duhamel du Monceau, *continuées par son neveu* Fougeroux de Bondaroy, *par* Fougeroux de Denainvilliers, *son arrière-neveu, et par* M. Jaume Saint-Hilaire, *pendant les années* 1822 et 1835.

(Commissaires, MM. de Mirbel, Ad. Brongniart.)

M. **Beaujot**, directeur des fours à chaux d'Essone (Seine-et-Oise), prie

l'Académie de faire examiner un *ciment artificiel* qu'il a composé avec des matières premières qui se trouvent dans les environs d'Essone.

« Ce ciment, dit M. Beaujot, peut être immergé dès que la prise commence, et même être exposé aussitôt à un courant rapide. Une pelote de ce ciment, mise sous le jet d'une pompe au moment où elle n'avait acquis que le degré de troisième consistance, et où elle était encore chaude, a pris corps promptement, malgré le choc de l'eau tombant avec force d'un tuyau de $0^m,05$ de diamètre. »

Un échantillon de ce ciment est joint à la Lettre de M. Beaujot.

(Commission nommée pour les précédentes communications sur les chaux hydrauliques et les pierres artificielles.)

M. **Roblin** adresse une Note ayant pour titre : « Traduction des lignes, angles et allégories de la grande pyramide de Gizeh. »

(Renvoi à MM. Babinet et Regnault, qui examineront si cette Note est de nature à devenir l'objet d'un rapport.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Marine** accuse réception du Rapport fait à l'Académie sur les collections et les observations géologiques recueillies en 1838 et 1839, par M. *E. Robert*, membre de la Commission scientifique du Nord.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse un exemplaire du 41^e volume des Brevets d'invention expirés.

CHIMIE. — *Sur la composition de l'air.* — Lettre de M. le professeur **Thomson** à M. *Dumas* (1).

« J'ai lu avec un grand intérêt vos expériences sur la détermination du poids atomique du carbone, et j'ai été heureux de voir que les nombres

(1) M. Dumas, avant de lire le Mémoire sur la composition de l'air, avait donné communication à l'Académie de la Lettre que lui avait adressée, sur le même sujet, M. le professeur Thomson.

que vous avez trouvés coïncident avec ceux que j'ai obtenus il y a vingt ans, d'après une comparaison des gravités spécifiques du gaz acide carbonique et du gaz oxigène. Je n'ai jamais douté que 0,75 fût le véritable nombre, et j'attendais patiemment que quelqu'un de compétent apportât à cette opinion le témoignage de ses expériences; et assurément, monsieur, cela ne pouvait tomber en de meilleures mains.

» Il est un autre poids qui a besoin d'être rectifié, plus encore peut-être que celui du carbone : c'est la gravité spécifique du gaz oxigène, parce que toute erreur commise à cet égard atteindrait les poids atomiques de tous les autres corps, et empêcherait d'apercevoir la belle simplicité que la nature a suivie en établissant ces proportions atomiques.

» L'air atmosphérique est principalement composé d'oxigène et d'azote, et j'ai démontré, d'après les diverses propriétés de l'air atmosphérique et de l'air qui s'échappe de l'eau par l'ébullition, que l'oxigène et l'azote dans l'air ordinaire ne sont pas seulement mêlés, mais sont dans un état particulier de combinaison chimique.

» M. Cavendish (voyez *Records of general science*, t. IV, p. 170) montra d'abord que la proportion de gaz oxigène et de gaz azote dans l'air ordinaire (*ceteris paribus*) est constante. (*Phil. Trans.*, 1783, p. 106.)

» Berthollet annonçait, en 1799, que l'air en Égypte était un composé constant d'environ 21 volumes d'oxigène et 79 de gaz azote. Davy, environ deux ans après, fit la même observation sur l'atmosphère qui entoure Bristol et sur celle de la côte de Guinée; et, en 1801, je fis quelques expériences sur l'air près d'Édimbourg, et j'obtins les mêmes résultats.

» En 1803, une série de recherches importantes furent publiées par Humboldt et Gay-Lussac, sur la manière d'analyser les mélanges de gaz oxigène et de gaz inflammable au moyen de l'eudiomètre de Volta (*Ann. de Chimie*, t. LIII, p. 251). Entre autres conclusions, ils prouvent que l'air ordinaire (abstraction faite des impuretés) contient 79 volumes d'azote et 21 volumes d'oxigène.

» En 1808, Gay-Lussac lut un Mémoise important à la Société d'Arcueil (*Mém. d'Arcueil*, t. II, p. 207), prouvant que les gaz se combinent toujours, soit en volumes égaux, ou 1 volume de l'un avec 2, 3 ou 4 volumes de l'autre, et jamais dans d'autres proportions. Cette loi a été longtemps admise comme un principe fondamental en chimie.

» Si l'air est un composé chimique, il est clair, d'après cette loi, qu'il ne peut pas consister en 79 volumes d'azote et 21 d'oxigène, parce que 79 n'est pas un simple multiple de 21; et si l'air n'est pas un composé chi-

-mique, il est difficile de comprendre comment sa composition ne varie pas dans quelques circonstances que ce soit.

» Une très-légère erreur dans cette estimation devrait être supposée d'après la loi de Gay-Lussac. Si l'air consistait en 80 d'azote et 20 d'oxigène, il serait un composé de 4 volumes d'azote et 1 d'oxigène, ou 2 atomes d'azote et 1 d'oxigène.

» En 1803, lorsque Humboldt et Gay-Lussac firent leurs expériences chimiques, les expériences n'atteignirent pas cette précision qu'elles ont atteinte actuellement; et quiconque a été accoutumé à employer l'eudiomètre de Volta, au moyen duquel leurs résultats furent obtenus, et prendra la peine de lire les observations de Cavendish sur cet eudiomètre, comprendra, je pense, qu'une aussi grande erreur que $\frac{1}{80}$ peut avoir été commise, même par de très savants observateurs.

» Connaissant tous ces motifs d'incertitudes, je fis une nouvelle série d'expériences sur la composition de l'air, en 1824, avec toutes les précautions qui pouvaient en assurer l'exactitude; l'air fut recueilli au milieu d'un champ, à quelque distance de toute habitation et de tout lieu humide. Avant d'être examiné, il fut soigneusement purifié par la potasse caustique; le gaz hydrogène employé dans cette expérience fut obtenu par le zinc purifié et l'*acide sulfurique pur,* et étendu d'eau distillée. La cornue dans laquelle le gaz fut dégagé était entièrement remplie de cet acide étendu, et l'on fit échapper une portion du gaz hydrogène avant de commencer à le recueillir pour l'employer. Les expériences eudiométriques furent faites au moment même où le gaz hydrogène arrivait, et il fut recueilli pour chaque expérience directement du bec de la cornue, et par conséquent sans rester un seul instant en contact avec l'eau des appareils. L'air fut gardé dans une bouteille fermée par un bouchon de terre, et elle resta plongée dans l'eau, le bouchon étant enlevé seulement lorsqu'on avait besoin d'une petite quantité d'air pour l'expérience.

» Pour chaque expérience, j'employai 100 volumes (formant en tout 1 pouce cube) d'air. La mesure de verre était neuve, et graduée par moi-même pour cette expérience. Après que l'air eut passé dans la mesure ou tube, on le tint pendant trois minutes dans une position perpendiculaire, et la température de l'air ne varia pas de 1 degré ou 2 au-dessus de 60° Fahrenheit.

» Lorsque l'on méla ces 100 volumes d'air avec 40 volumes de gaz hydrogène, et qu'ils furent brûlés par l'électricité, la diminution du volume fut toujours de 57 volumes, dont le tiers, c'est-à-dire 19, donne le vo-

lume d'oxigène consumé; ce qui constituerait un composé de 19 volumes d'oxigène et 81 d'azote.

» Lorsqu'on fit détoner un mélange de 100 volumes d'air et de 42 de gaz hydrogène, la diminution du volume était exactement de 60 volumes, dont le tiers est 20. Suivant donc ces expériences, l'air est composé de 20 volumes d'oxigène et de 80 d'azote.

» Lorsqu'un mélange de 100 volumes d'air et 48 de gaz hydrogène fut brûlé, la diminution du volume fut presque de 63 : cela prouverait que l'air est un composé de 21 de gaz oxigène et de 79 de gaz azote. Ces expériences furent répétées plusieurs fois : j'établis seulement ici les résultats moyens.

» Une autre série d'expériences fut faite avec l'air sur le mercure. 100 volumes d'air furent laissés, pendant deux jours, en contact avec un cylindre de phosphore, et ensuite mesurés. La table suivante montre le volume de résultat dans les diverses expériences.

NUMÉROS des expériences.	VOLUMES d'air.	VOLUMES des résidus.
1	100	80,927
2	100	79,246
3	100	80,504
4	100	79,532
5	100	79,851
6	100	79,652
7	100	79,347
8	100	80,770
9	100	79,843
10	100	80,026
Moyenne.......	100	79,9335

» Dans chacune de ces dix expériences, les résidus constituant le gaz azote dans 100 volumes d'air excèdent 79 volumes. Le plus petit résidu a été de 79 $\frac{1}{4}$. Dans 6 de ces expériences, il a été moins de 80; et dans 4, il a excédé 80; et la moyenne donne 79,9335, nombre différent de 80 seulement de $\frac{1}{302}$ partie.

» Il me semble que ces expériences ne permettent pas de douter que la

constitution réelle de l'air est de 20 volumes d'oxigène et 80 volumes de gaz azote.

» Mais si telle est la constitution de l'air, et si le poids atomique de l'oxigène est 1 et celui de l'azote 1,75, ainsi qu'on peut le démontrer, il est facile de déduire la véritable gravité spécifique des gaz oxigène et azote, en admettant la gravité spécifique de l'air comme unité.

Azote........	3,5	ou	$77,7777 = b$
Oxigène......	1	ou	$22,2222 = a$
			100

» Soit x le poids spécifique du gaz oxigène,

y le poids spécifique du gaz azote:

$$\frac{x+4y}{5} = 1, \quad \text{d'où} \quad x = 5 - 4y;$$

$$x : 4y :: a : b, \quad \text{d'où} \quad x = \frac{4ay}{b};$$

$$5 - 4y = \frac{4ay}{b} \quad \text{et} \quad y = \frac{5b}{4a + 4b} = 0,9722;$$

$$x = 5 - 4y = 5 - 3,888 = 1,1111.$$

» Nous voyons donc que la pesanteur spécifique du gaz oxigène est 1,1111, et celle du gaz azote 0,9722.

» La première tentative pour déterminer la pesanteur spécifique du gaz oxigène qui ait quelque mérite, est celle de Kirwan (*Essais sur le Phlogiston*, p. 25); il l'établit être 1,103. La pureté de son oxigène, dit-il, était telle, que lorsqu'il était mêlé avec deux fois son volume de gaz nitreux, le gaz non absorbé s'élevait à $\frac{1}{10}$ d'une mesure. Nous savons maintenant que cet état est compatible avec la présence de 5 pour 100 de gaz azote, ce qui réduirait la pesanteur spécifique à près de 1,103.

» MM. Biot et Arago déterminèrent la pesanteur spécifique du gaz oxigène probablement (*apparently*) avec beaucoup de soins, et obtinrent 1,10359. Je ne sais pas quelles précautions furent prises pour s'assurer de la pureté du gaz oxigène qu'ils pesèrent; mais il peut être prouvé que leurs résultats ne sauraient être parfaitement exacts, car ils donnent la pesanteur spécifique du gaz azote comme étant 0,96913. Maintenant, si l'air est un mélange de 21 volumes d'oxigène et de 79 d'azote, ainsi qu'ils le supposent, la pesanteur spécifique de l'air ordinaire, déduit d'après leur

détermination des deux gaz, n'est pas l'unité, ainsi que cela devrait être, mais 0,9973766. Si l'air est un composé de 20 volumes d'oxigène et de 80 volumes d'azote, sa pesanteur spécifique, déduite de celle du gaz oxigène et du gaz azote, ainsi qu'elle a été déterminée par ces messieurs, sera 0,9960220.

» En 1809, M. de Saussure (*Annales de Chimie*, tome LXXI, p. 254) nous apprit que, à la température de 54° 5 de Fahrenheit et lorsque le baromètre est à 29.834 pouces anglais, un décilitre cubique de gaz oxigène pèse 1,3552 grammes français. Ceci met la pesanteur spécifique du gaz oxigène à 1,13521.

» En 1820, Berzélius et Dulong firent une série d'expériences (*Annales de Chimie et de Physique*, tome XV, page 386) pour déterminer la pesanteur spécifique du gaz oxigène, du gaz azote et du gaz hydrogène; ils les fixèrent ainsi:

Gaz oxigène........	1,1026
Gaz azote..........	0,0976

» Mais il est évident que ces nombres ne sont pas exacts, car, en supposant que l'air soit un mélange de 21 oxigène et 79 de gaz azote, la pesanteur spécifique de l'air déduite d'après leurs nombres, ne serait pas 1 mais 1,002586, et si c'est un composé de 20 d'oxigène et 80 d'azote, sa pesanteur spécifique sera 1,00132.

» Dans l'année 1820, je consacrai la plus grande partie de l'été à déterminer la pesanteur spécifique des gaz. Le gaz oxigène que je pesai était préparé par le chlorate de potasse et ne contenait aucune partie sensible de gaz azote. Je remplis un assez grand ballon de verre d'air sec, et le pesai; le ballon fut alors élevé et resta dans cette position jusqu'à ce que la température fût la même que celle de l'air de la chambre. Alors on le pesa, la perte de poids donna le poids de l'air sorti. Il fut alors rempli de gaz oxigène sec et pesé de nouveau; l'augmentation de poids représente celui du gaz oxigène introduit. Celui-ci, divisé par le poids de l'air qui avait en premier été retiré, donna la pesanteur spécifique du gaz oxigène. Trois expériences furent faites de cette manière, elles coïncidèrent toutes ensemble et donnèrent comme pesanteur spécifique du gaz oxigène 1,1117.

» Voici les expériences les plus exactes faites jusqu'à présent pour déterminer la pesanteur spécifique du gaz oxigène. La table suivante indi-

quera ces divers résultats :

Kirwan................	1,103
Berzélius et Dulong......	1,1026
Biot et Arago...........	1,103
De Saussure............	1,1352
Thomson..............	1,1117
Moyenne..........	1,1111

» Ainsi nous obtenons d'après toutes ces expériences comparées les unes avec les autres, la même moyenne que celle qu'on déduit de l'hypothèse que l'air est un composé de 20 vol. d'oxigène et de 80 de gaz azote; hypothèse que je pense avoir prouvée par l'expérience.

» Cette erreur dans la pesanteur spécifique du gaz oxigène, qui s'élève à plus d'un demi pour cent, a occasionné une erreur semblable dans les poids atomiques de tous les autres corps et a jusqu'ici empêché les chimistes d'apercevoir et de saisir la belle simplicité de rapports qui subsiste entre les poids atomiques de tous les corps. Un exemple ou deux prouveront ce fait.

» Berzélius et Dulong firent une série de recherches bien conçues pour déterminer la pesanteur spécifique du gaz hydrogène. Les résultats furent que le gaz oxigène est seize fois plus pesant que l'hydrogène; quant à l'eau (qui est un composé d'un volume d'oxigène et de deux de gaz hydrogène) ils la trouvèrent composée de

Oxigène..........	8,89
Hydrogène.......	1,11
	10,00

» Si le poids de l'oxigène avait été considéré par eux comme 1,1111, alors celui de l'hydrogène eût été 0,0694. Mais ils reconnurent que son poids n'était que 1,1026 et par conséquent ils considérèrent la pesanteur de l'hydrogène comme étant 0,0689. En 1820 j'essayai de déterminer le poids du gaz hydrogène à l'état sec, en le pesant dans un flacon. Les résultats furent ceux-ci :

I^re Expérience...	0,6954
II^e *id.*.........	0,06935
III^e *id.*.........	0,06933
Moyenne.........	0,0694

Cette moyenne coïncide avec le même nombre donné par la théorie, en supposant que le poids atomique du gaz oxigène soit 1,1111.

» Le poids atomique du soufre est fixé, par Berzélius, à 2,01165. Cette longue suite de décimales est la suite de ce qu'il avait estimé le poids du gaz oxigène un peu trop bas. En 1820 j'examinai avec grand soin la pesanteur spécifique du gaz sulfureux. Trois expériences me donnèrent les résultats suivants :

Ire Expérience...	2,2221
IIe *id*.........	2,2221
IIIe *id*.........	2,2223
Moyenne........	2,22216

D'après ces résultats il me fut prouvé que la pesanteur spécifique du gaz acide sulfureux, est deux fois exactement celle du gaz oxigène. Lorsque le soufre est brûlé dans le gaz oxigène, le volume de ce gaz n'est pas altéré, mais il est converti en gaz acide sulfureux. D'après cela, le gaz acide sulfureux est composé de

Gaz oxigène......	1,1111
Soufre...........	1,1111
	2,2222

Il contient 2 atomes d'oxigène = 2; par conséquent, un atome de soufre est exactement 2.

» Il serait aisé de multiplier ces exemples et de montrer la source des erreurs qui accompagnent les poids atomiques tels que les emploient les chimistes dans leurs recherches. Vous avez montré l'erreur en ce qui regarde le carbone, en prouvant que son poids était 75; vous trouverez une erreur non moins considérable lorsque vous ferez des recherches sur celui de l'azote. Il doit être 1,75 ou 8,75 au lieu de 0,8852 ainsi que vous l'avez jusqu'ici admis. Je vous renvoie, au sujet de cette importante question, à un Mémoire de moi sur les poids atomiques qui fut inséré dans le 3e vol. des *Records of general Sciences.* »

PHYSIQUE. — *Lettre de* M. TALBOT *à* M. Biot, *sur la confection des papiers sensibles.*

« Je vous ai averti, dans ma lettre du 28 mai, que ma prochaine contiendrait probablement la description de ma nouvelle méthode photographique.

» C'est ce que je vous envoie aujourd'hui. Vous me ferez plaisir en la communiquant à l'Académie.

» J'envoie dans une autre lettre des échantillons d'*acide gallique* et de *papier iodé*, pour que vous puissiez opérer sur des substances chimiques identiques avec les miennes. (Dans ma description, j'ai employé les poids et mesures anglais.)

» La préparation du papier *calotype* (c'est le nom que M. Talbot lui donne) se divise en deux parties assez distinctes.

» *Première partie.* On dissout 100 *grains* de nitrate d'argent cristallisé dans 6 *onces* d'eau pure. On lave avec cette solution une feuille de papier à écrire sur un de ses côtés, que l'on marque pour pouvoir le reconnaître ensuite. On le fait sécher doucement. Alors on le plonge pendant deux minutes dans une solution faite ainsi :

Eau.................	1 pinte ;
Iodure de potasse.....	500 grains.

» Après cela, on lave le papier dans l'eau, puis on le sèche; et quoique peu sensible à la lumière, on a soin de le tenir enfermé dans un portefeuille. Avec cette précaution, le papier peut se conserver pendant un temps indéfini. Dans cet état de préparation, je l'appelle *papier iodé*, puisqu'il est recouvert d'une couche d'iodure d'argent.

» *Deuxième partie.* On prend une feuille de *papier iodé*, et on le lave avec une solution d'argent ainsi préparée :

» A. On dissout 100 *grains* de nitrate d'argent dans 2 *onces* d'eau pure;

» On y ajoute la sixième partie de son volume d'acide acétique un peu fort.

» B. Solution saturée d'acide gallique cristallisé dans l'eau froide. La quantité ainsi dissoute est assez faible.

» Les solutions A et B étant ainsi préparées, on les ajoute l'une à l'autre à volumes égaux, mais en petite quantité à la fois, parce que leur mélange se décompose en peu de temps. J'appelle ce mélange le *gallo-nitrate d'argent.*

» C'est avec ce *gallo-nitrate d'argent* qu'il faut laver le *papier iodé*, et pour cela on se sert de la lumière d'une bougie. On laisse le papier ainsi humecté pendant une demi-minute; alors on le plonge dans l'eau; on le sèche avec le papier brouillard, et en le tenant avec précaution devant le feu.

» C'est là la préparation du *papier calotype*.

» On garde ce papier enfermé dans une presse jusqu'au moment où l'on veut s'en servir. Cependant, si l'on s'en sert tout de suite, on peut s'épargner la peine de le sécher, puisqu'il réussit également bien lorsqu'il est un peu humide.

» *Usage du papier*. On le met au foyer de la chambre obscure qu'on dirige sur l'objet qu'on veut peindre.

» Pour donner une idée du temps nécessaire, je supposerai la lentille objective de 1 pouce de diamètre et de 15 pouces de foyer, et que l'on dirige l'instrument sur la façade d'un bâtiment éclairé par le soleil; alors une minute me paraît le temps le plus convenable pour la durée de l'action lumineuse; ensuite on retire le papier et on l'examine à la lumière d'une bougie. On n'y verra probablement rien, mais l'image y existe dans un état invisible. Pour la rendre visible, voici ce qu'il faut faire : il faut laver le papier encore une fois avec le *gallo-nitrate d'argent*, et puis le chauffer doucement devant le feu. On verra alors sortir, comme par enchantement, tous les détails du tableau. Une ou deux minutes suffisent ordinairement pour faire acquérir au tableau sa plus grande perfection. Il faut alors le *fixer* d'une manière permanente.

» *Fixation du tableau*. Après avoir lavé le tableau, on l'humecte avec une solution ainsi faite :

Eau................	8 à 10 onces ;
Bromure de potasse....	100 grains.

» Après une ou deux minutes on doit le laver encore et le sécher. Les tableaux ainsi *fixés* offrent le grand avantage de rester transparents : c'est ce qu'il faut pour pouvoir en tirer de belles copies. Pour faire la copie, on peut se servir d'une deuxième feuille de *papier calotype*, qu'on presse fortement contre le tableau, et qu'on expose ainsi à la lumière; mais il vaut mieux se servir du papier photographique ordinaire. A la vérité les copies alors prennent plus de temps; mais en revanche, elles sont d'une apparence plus agréable. Le tableau fournit ordinairement plusieurs bonnes copies, et alors il s'affaiblit peu à peu. Les copies alors ne sont plus bonnes. Mais la propriété la plus extraordinaire qu'ont les tableaux calotypes, c'est qu'on peut les rajeunir et leur redonner leur beauté primitive. Pour cela, on n'a qu'à les laver encore avec le *gallo-nitrate d'argent* et les chauffer doucement. Les ombres du tableau noircissent alors beaucoup, sans causer aux parties claires aucun changement. Il faut après cela renouveler la

fixation du tableau, et alors on peut en tirer une deuxième série de bonnes copies.

» Comme on ne trouve pas chez tous les pharmaciens de l'acide gallique cristallisé, on peut y substituer l'extrait de la noix de galle (*tincture of galls*).

» La manière dont il faut se servir du *papier calotype* pour obtenir des tableaux photographiques *positifs* (par une opération unique), fera le sujet d'une deuxième lettre.

» J'ai cru devoir ajouter à ma description des échantillons de papier calotype préparé, parce que les moindres différences chimiques ont de l'influence sur les résultats. »

« A la suite de cette communication, M. **Biot** annonce qu'il va remettre les échantillons de papier sensible envoyés par M. *Talbot*, entre les mains de M. Regnault, membre de l'Académie, qui s'est depuis longtemps exercé à former des images daguerriennes, lesquelles ont très-heureusement réussi. M. Biot ajoute les remarques suivantes :

» Les papiers impressionnables devant devenir d'une grande utilité pour les voyageurs, il n'est pas sans intérêt de faire remarquer que leur usage pourra être probablement fort amélioré, si l'on prend les précautions suivantes :

» 1°. De les préparer toujours avec des papiers d'une pâte bien égale, et de les sécher sans les approcher du feu;

» 2°. D'adapter à la chambre obscure des objectifs, non pas achromatiques pour la lumière, mais dont les courbures soient calculées de manière à réunir en un même foyer toutes les radiations invisibles qui agissent le plus efficacement sur la substance impressionnable employée à leur confection;

» 3°. De les tenir, pendant très-peu d'instants, en présence des objets; et de continuer le développement de l'image hors de leur présence, par l'influence de la radiation solaire transmise à travers un verre rouge, conformément à la propriété si ingénieusement découverte par M. Edmond Becquerel. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouveau procédé d'iodage pour les planches destinées à recevoir des images photographiques, procédé qui abrége considérablement la durée du temps nécessaire pour que la lumière produise une impression suffisante.* — Lettre de M. **Lerebours** à M. *Arago*.

« J'ai l'honneur de vous prier de présenter à l'Académie, au nom de M. *Claudet*, français domicilié à Londres, et cessionnaire d'une partie de la patente que MM. Daguerre et Niépce y ont prise pour leurs appareils photographiques, le procédé suivant, au moyen duquel on peut accélérer la production des épreuves daguerriennes au point de remplacer quelquefois les minutes par autant de secondes. Ce procédé consiste, en principe, dans l'application successive de l'*iode* et du *chlorure d'iode*.

» La plaque, préparée comme à l'ordinaire, est d'abord placée dans la boîte à iode; puis, lorsqu'une légère teinte commence à se montrer, on la promène au-dessus d'un flacon contenant du chlorure d'iode qui la jaunit très rapidement; enfin on la replace pendant quelques secondes dans la boîte à iode, et elle est prête à recevoir l'impression de la lumière.

» Avec un objectif d'un très court foyer, j'ai obtenu, à l'ombre et en 15 à 20 secondes, des portraits qui eussent exigé de 4 à 5 minutes par les procédés ordinaires. Avec le même objectif, deux à trois secondes suffisent pour *faire passer* entièrement une épreuve prise sur les édifices qui avoisinent le Pont-Neuf. Avec l'objectif normal, désigné par M. Daguerre, et la plaque de 0,22 sur 0^m,16, j'ai eu, en deux minutes, les plus belles épreuves que j'aie encore vues de ces monuments.

» La préparation du chlorure d'iode consiste à faire arriver du chlore à l'état gazeux dans un flacon contenant une certaine quantité d'iode; mais toute simple qu'elle paraisse, elle présente de notables difficultés dans l'appréciation de la quantité de chlore à introduire. S'il y en a trop peu, le flacon perd rapidement les propriétés accélératrices; s'il y en a trop, à quelque hauteur qu'on tienne la plaque au-dessus du flacon, elle se recouvre immédiatement d'une couche verdâtre qui empêche l'épreuve de paraître.

» La réussite de cette préparation dépend donc d'une certaine habitude que la pratique seule peut donner; un peu de pratique est également nécessaire pour obtenir une couche uniforme de chlorure d'iode sur la plaque, car il ne faut pas songer, dans ce cas, à l'emploi d'un appareil analogue à celui de M. Daguerre, ses parois s'imprégnant immédiatement de chlorure que leur grande surface ne tarde pas à dissiper entièrement. Je m'occupe en ce moment de dispositions qui me paraissent propres à at-

teindre le but avec sécurité, mais l'expérience n'a pas encore suffisamment prononcé sur leur efficacité pour me permettre de les présenter à l'Académie. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Supériorité des rayons jaunes comme rayons continuateurs dans les opérations photographiques; production d'images daguerriennes sans le secours du mercure.* — Lettre de M. **Gaudin** à M. *Arago.*

« Ayant essayé cette semaine le verre jaune comme agent continuateur, sur plaques d'argent, d'après l'avis de M. Edmond Becquerel, qui l'avait trouvé d'un effet merveilleux, en opérant sur papier, j'ai reconnu aussitôt qu'il était bien plus actif que le verre rouge, et de beaucoup préférable à celui-ci, parce qu'il laisse voir au soleil les progrès de son action.

» J'avais déjà remarqué, comme M. Lerebours, que l'insolation rouge faisait souvent naître des traces du dessin; mais j'avais observé en outre que ces traces, quand elles étaient fortes, donnaient un tableau approchant de ceux obtenus avec le mercure. Enfin je suis arrivé à obtenir, sans mercure, et par la seule insolation jaune, des tableaux de tous points pareils à ceux provenant de l'action mercurielle. Ces tableaux se lavent et se fixent absolument de la même manière; et pour qu'on n'attribue pas à du mercure vaporisé la formation de ces tableaux, j'ai mis sur le verre jaune de celui qui représente des nuages un disque qui, ayant intercepté la lumière opaque jaune a produit sa silhouette en noir sur le tableau, preuve que ces tableaux ne sont dus, dans ce cas, qu'à de l'iodure d'argent modifié par la lumière. »

M. **Arago** met sous les yeux de l'Académie deux *portraits photographiques* exécutés par M. *L.-A. Bisson,* obtenus, à l'ombre, en dix à douze secondes d'exposition dans la chambre obscure, et terminés au moyen des rayons continuateurs. Dans un de ces portraits toute la partie supérieure du visage est dans la demi-teinte et parfaitement modelée.

M. **de Silvestre** met sous les yeux de l'Académie six portraits photographiques, exécutés par M. **Montmirel**, chacun dans l'espace d'une minute et demie.

« Ces portraits, dit M. de Silvestre, sont remarquables par une clarté dans les lumières et les demi-teintes des chairs, qu'on avait jusqu'à présent rarement atteinte dans ces sortes de portraits. M. Montmirel est bien connu

des amateurs de la photographie comme fabricant de daguerréotypes. Les modifications qu'il a imaginées pour ces appareils, lui ont permis d'en réduire notablement les prix. »

GÉOLOGIE. — *Sur une caverne à ossements située dans les environs d'Alger.* — Lettre de M. **Bory de Saint-Vincent**.

« A une lieue et demie d'Alger environ, existe un site charmant par sa sauvagerie, et la belle fontaine qui lui fit donner le nom de *Birmandrays*. Je fus informé, au mois de février dernier, que le propriétaire d'une carrière ouverte aux environs, avait rencontré des brèches osseuses remplissant une fente de calcaire compacte qu'il exploite. Je me rendis aussitôt sur les lieux avec M. Ravergie, pour voir ce que pouvait être cette découverte, et ayant recueilli divers échantillons intéressants, ces trouvailles me déterminèrent à entreprendre quelques fouilles sur le lieu même. Le premier résultat obtenu fut la rencontre d'une caverne d'assez grandes dimensions, contenant presque jusqu'à son comble une terre brune, dans laquelle gisaient des fragments d'os épars, et vers le fond des tessons de poteries très reconnaissables.

» Nous arrivâmes bientôt jusqu'à une couche horizontale assez unie, blanche, très dure, formée par des stalagmites calcaires, qu'on eût été tenté de prendre pour le sol sur lequel les eaux avaient entraîné la terre dont s'encombrait la grotte.

» Sur ces entrefaites, notre collègue, M. Renou, que j'avais appelé de Bonne, en sa qualité de géologue, pour étudier un endroit si curieux, étant arrivé, proposa de faire soulever cette couche qu'il présumait ne devoir pas être fort épaisse. Nous eûmes par ce moyen la satisfaction de parvenir à l'objet de nos recherches, c'est-à-dire aux amas d'ossements.

» Nous en avons d'abord extrait avec précaution une pièce, en forme de table, de plus d'un mètre de côtés, à laquelle adhèrent par la partie inférieure une multitude de beaux fragments agglutinés par la substance de la stalagmite, et appartenant à diverses espèces de mammifères. La plupart sont des tarses, des mâchoires entières ou des dents isolées. Les traces de ruminants y dominent; mais on y trouve aussi des carnassiers et même des pachydermes.

» La grande quantité de restes en assez bon état, solidement fixés à la table de stalagmite dont elle forme comme une sorte de brèche, nous faisant considérer cette table comme un morceau très-précieux, nous re-

doublâmes de précautions pour la conserver parfaitement intacte. Il est à désirer qu'elle puisse figurer un jour dans les galeries du Muséum, et j'ai adressé à cet effet une demande à M. le Ministre de la Guerre. »

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Note sur une excursion à Miliana et jusqu'au pont d'El-Cantara; par* M. **Bory de Saint-Vincent.**

« Dans ma Note du 26 avril dernier, j'ai rendu compte à l'Académie des observations qu'avaient pu faire à Médéah et aux environs, ceux de nous qui accompagnèrent l'expédition conduite par le gouverneur-général; je viens l'entretenir aujourd'hui de la dernière excursion qui a été poussée bien au-delà de Miliana et jusqu'au pont d'El-Cantara jeté sur l'Oued Chélif où nulle troupe française n'avait encore bivaqué.

» L'armée, partie vers la fin du mois d'avril, fut d'abord retenue deux ou trois jours à Blida par les dernières pluies de la saison; ce fut le 27 seulement, tandis que le gros des troupes franchissait le col de Téniah, qu'un de nos botanistes (M. Bove), suivant la colonne de gauche à travers la montagne, eut occasion de visiter le petit lac reconnu depuis peu, et qui en couronne un plateau. Ses bords, dépourvus de roseaux, étaient peuplés par une multitude de grenouilles et de ces rainettes à couleurs variables dont j'ai parlé dans une précédente communication (*Compte rendu*, tome X, p. 783). Le houx (*Ilex aquifolia*) se montrait dans les bois de cette région et plusieurs de ces arbres n'avaient pas moins de 7 à 8 mètres de hauteur sur 1 $\frac{1}{2}$ mètre de circonférence. Le noyer est aussi très commun entre les beaux arbres des mêmes pentes.

» Le 1er mai nous nous dirigeâmes vers Miliana, sans passer par le Djebel-Ouamri, ainsi qu'on l'avait fait précédemment; on laissa cette montagne au sud en longeant la base méridionale du Gontas pour franchir le col de ce nom.

» A partir du col de Gontas on descendit dans la vaste plaine du Chélif; la végétation y était bien plus avancée qu'on ne l'avait laissée à Médéah, où les céréales commençaient à peine à monter, tandis qu'ici les chaumes de l'orge atteignaient déjà un mètre de hauteur : on traversait aussi beaucoup de champs de blé et de fèves. Le *Chamærops* ou palmier nain, le *Ziziphus lotus* et le *Spartium spinosum*, répandus sur les coteaux, étaient les indices certains que l'on redescendait dans une région plus chaude.

» Le 2, à quatre heures de l'après-midi, on était rendu à Miliana; tout ce qu'on a pu dire des charmes de cette situation est au-dessous de la réalité :

la ville est placée à l'extrémité d'un plateau en ressaut, formé sur les flancs de l'anfractueux mont Zaccar qui le garantit du nord. Comme suspendue dans les airs et séparée du monde, de ce côté, les pentes adoucies qui s'en échappent dans les autres directions, sont partout abondamment arrosées, mollement sillonnées par des ravins délicieux et ombragées d'arbres fruitiers innombrables entre lesquels se font remarquer, par leur abondance et leur merveilleuse venue, des amandiers, des pommiers, des pêchers, des poiriers, des pruniers, etc., surtout la vigne, déjà couverte de ses feuilles, lorsqu'à Médéah on l'avait laissée à peine en bourgeons; au-dessous de ces riches plantations dans les lieux abandonnés à une végétation sauvage, le *Tuya articulata* formait la masse des bois, et remplaçait la bellote (*Quercus ballota*), si commune dans les régions du Téniah, mais dont on ne rencontrait plus ici que quelques individus épars. Notre agronome a trouvé dans certaines habitations abandonnées deux grands vases de terre cuite où des peaux de moutons et de chèvres étaient stratifiées avec des feuilles de cet élégant tuya qui sert conséquemment à tanner le cuir. Le gros bétail, assez nombreux dans ce canton, paraît généralement être de petite taille; les moutons aussi sont petits, mais leur laine très fine est de la plus parfaite douceur.

» Près de l'endroit nommé Sidi-Abd-el-Kader, les deux rives de l'Oued-Boutan nous offrirent de nombreux décombres épars sur le sol, parmi lesquels se reconnaissent des briques romaines. Le commandant Pélissier y a appris d'un indigène à notre service, que les Kabyles du voisinage viennent souvent y faire des fouilles, afin de se procurer des matériaux de construction. Le frêne (*Fraxinus excelsior*) est l'arbre le plus commun dans les endroits frais, et l'on commence à rencontrer quelques individus du plus beau des végétaux de l'Afrique française, c'est-à-dire du (*Pistacia atlantica*)...

» On avait traversé pour se rendre à El-Cantara la partie de la plaine occupée par les Beni-Hachem, lesquels paraissent s'être occupés autrefois de la culture du riz. Les coteaux de la rive opposée sont encore couverts de bois où domine toujours le *Tuya articulata* et où se trouve abondamment l'oxicèdre avec le *Juniperus phœnicea.* Ces genévriers, qui acquièrent d'assez grandes dimensions, sont les arbres dont les troncs fournissent les matériaux des plafonds ordinaires de l'Algérie et les contreforts dont on soutient les saillies extérieures des maisons.

» La zoologie a peu gagné dans une marche rapide durant laquelle la

botanique seule a pu s'enrichir de beaucoup d'objets intéressants et même nouveaux. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur des cas où le lait de la vache est acide à sa sortie de la mamelle.* — Lettre de M. DONNÉ.

« C'est un point intéressant sous le rapport chimique, physiologique et même pratique, que de savoir bien positivement quelle est la réaction chimique du lait au moment où il sort de la mamelle; depuis que j'ai montré que le lait frais est alcalin et non pas acide, comme on le pensait jusque là, ce fait n'est plus contesté par personne, pour le lait de femme et pour celui d'ânesse; mais pour le lait de vache, il n'est pas rare qu'on le considère encore comme étant acide, au moins dans un certain nombre de cas. D'où vient cette divergence d'opinion, à propos d'un fait si simple et si facile à vérifier?

» Elle provient d'abord de ce que le lait de vache est à peu près sur la limite et qu'il a cette singulière propriété de rougir à la fois légèrement le papier bleu de tournesol et de ramener au bleu le papier préalablement rougi; mais il y a encore une autre raison de ce désaccord qu'il est utile de signaler: c'est que le lait de vache est effectivement quelquefois acide, par suite d'une altération que j'ai pu constater dernièrement et dont j'ai un exemple frappant sous les yeux en ce moment. Cette altération est rendue sensible par l'inspection microscopique, qui montre de nombreuses agglomérations de globules laiteux dans le lait lorsqu'il est réellement acide. Ainsi au lieu de présenter des globules séparés les uns des autres et nageant librement dans le liquide, comme on les voit dans le lait alcalin, celui qui est acide offre çà et là de petits agglomérats de globules, tenant probablement à un commencement de coagulation du caséum, comme cela arrive dans le lait qui commence à aigrir au contact de l'air.

» Ce fait offre encore de l'intérêt en considérant que je ne l'ai rencontré jusqu'ici dans l'état de santé que chez la vache, et que la vache est aussi le seul animal avec la chèvre, qui fournisse du lait longtemps après le part et sans être tetée par son petit; or chez les vaches ayant récemment mis bas que j'ai eu l'occasion d'observer, j'ai trouvé le lait franchement alcalin. »

M. CIVIALE écrit à l'occasion d'une lettre lue dans la séance précédente, et dans laquelle on avance que, dans un Mémoire sur les *brides ou barrières*

à l'orifice interne de l'urètre, qu'il a présenté à l'Académie le 10 mai dernier, il a emprunté plusieurs idées à un ouvrage de M. *Mercier*.

« L'auteur de la lettre, dit M. Civiale, ne s'explique pas positivement sur l'objet de sa réclamation.

» A-t-il voulu parler de l'observation première de cet état morbide sur lequel j'ai appelé l'attention des praticiens? Mais j'ai dit que cet état avait déjà été remarqué et décrit, notamment par quelques chirurgiens anglais. Revendique-t-il l'exactitude de la description? Mais je n'ai jamais prétendu poser de limites à la science: ayant rencontré plusieurs fois les brides du col vésical, j'ai dit ce que j'avais vu. Les praticiens jugeront qui de moi ou de mon confrère a le mieux observé. S'agit-il enfin des moyens de traitement auxquels j'ai eu recours? Sous ce point de vue l'expérience seule doit prononcer.

» De quelque manière que ce soit, je ne vois donc pas que M. Mercier ait le moindre droit à élever une réclamation.

» D'un autre côté, je trouve dans son ouvrage un article qui n'a pas moins de 14 pages, et qui reproduit, sans indiquer la source, une série d'observations publiées par moi quatre ans auparavant. On aura la preuve de ce que j'avance, en comparant ce que j'ai imprimé en 1837, dans mon Traité pratique (p. 2 et suiv.) avec ce que M. Mercier a communiqué en 1839 à la Société anatomique, et inséré de nouveau, sauf quelques changements de rédaction, dans son ouvrage (p. 50 et suiv.). »

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. **Drouot** prie l'Académie de vouloir bien nommer une Commission à l'examen de laquelle il soumettra des faits relatifs à la nature et au traitement de la *cataracte*. « Ces faits, dit M. Drouot, prouvent que les cataractes, celles même dites *lenticulaires*, sont, contre l'opinion générale des ophthalmologistes, du domaine de la thérapeutique médicale. »

M. Drouot sera invité à présenter les résultats de ses recherches dans un Mémoire manuscrit, pour lequel on nommera alors une Commission.

M. **Scott** demande l'autorisation de reprendre un Mémoire qu'il avait adressé pour le concours aux prix de Médecine et de Chirurgie de l'année 1839, et dont il n'a point été fait mention dans le Rapport sur les pièces admises à ce concours.

L'Académie accorde l'autorisation demandée.

M. **Jobert** prie l'Académie de vouloir bien se faire rendre compte d'une Note qu'il lui a depuis longtemps adressée, et qui est relative à une découverte qu'il croit avoir faite en *Astronomie*.

M. Bouvard, qui avait été chargé d'examiner la Note de M. Jobert, sera invité à déclarer si elle est de nature à devenir l'objet d'un Rapport.

M. **Blanche** adresse un paquet cacheté.

L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 5 heures. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 22, in-4°.

Exercices d'Analyse et de Physique mathématique; par M. A. CAUCHY; 12e livraison, in-4°.

Caisse d'épargne et de prévoyance de Paris; Rapport et Compte rendu des opérations de la Caisse d'épargne de Paris, pendant l'année 1840; in-4°.

Description des Machines et Procédés consignés dans les Brevets d'invention, d'importation et de perfectionnement; tome XLI, in-4°.

Annales maritimes et coloniales; 26e année, mai 1841, in-8°.

Nouvelles recherches physiologiques sur la Vie; par M. DESCHAMPS; in-8°.

Cours de Philosophie positive; par M. A. COMTE; tome V, in-8°.

Des maladies de l'OEil; par M. DROUOT; in-8°.

Nouveau Traité des Cataractes; par le même; in-8°.

Mémoire sur une nouvelle Balance d'une construction très facile et très peu dispendieuse, sensible à un poids arbitraire, pourvu qu'il atteigne le cinquième de milligramme; par M. ATH. DUPRÉ; Rennes, 1841, in-8°.

Considérations sur un nouveau et puissant moyen curatif. — Méthode hémospasique; appareil de M. JUNOD; 1 feuille in-8°.

Lettre relative au bleu Français et au bleu de Prusse; par M. JAUME SAINT-HILAIRE; $\frac{1}{4}$ feuille in-4°.

Annales de la Société royale d'Horticulture de Paris; tome XXVIII, 162e livraison; mai 1841, in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine; 15 et 30 mai 1841, in-8°.

Paléontologie française; par M. D'ORBIGNY; 21e liv., in-8°.

Revue zoologique; par la Société cuviérienne; 1841, n° 5, in-8°.

Traité de Pathologie iatrique ou médicale et de Médecine pratique; par M. Piorry; 7e livraison, in-8°.

Journal des Connaissances utiles; mai 1841, in-8°.

L'Écho de la Littérature médicale française et étrangère; tome Ier, n° 2, in-8°.

Monstruosités végétales, premier fascicule; par MM. de Candolle; Neufchâtel, in-4°.

Bibliothèque universelle de Genève; avril 1841, in-8°.

Flora Panormitana, sive plantarum prope Panormum sponte nascentium enumeratio; auctore Philippo Parlatore; vol. Ier; Panormi, 1839, in-8°.

Rariorum plantarum et haud cognitarum in Sicilia sponte provenientium fasciculus 2; *par* le même, in-8°.

In nonnullas filaginis evacisque species ex naturali compositarum familia observationes; par le même, in-8°,

Proceedings... *Procès-Verbaux de la Société royale de Londres;* 1840 à 1841, n° 46; in-8°.

The London... *Journal de Sciences et Magasin philosophique de Londres, Edimbourg et Dublin;* mai 1841, in-8°.

The silurian... *Revue de l'ouvrage de* M. R.-J. Murchison, *sur le Système silurien.* (Extrait de la *Revue d'Édimbourg.*) In-8°.

The Athenæum; part. 160, avril 1841, in-8°.

Proceedings... *Procès-Verbaux de la Société géologique de Londres;* séances de mai et juin 1840, in-8°.

Boston... *Journal d'Histoire naturelle de Boston;* vol. 3, n° 3, in-8°.

Abhandlungen... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Berlin pour l'année* 1832, 3e et 4e partie, se composant des tomes II et III de l'*Essai sur la langue Kawi de l'île de Java; par* M. G. de Humboldt; 2 vol. in-4°; Berlin, 1838 et 1839.

Abhandlungen... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Berlin pour l'année* 1838; Berlin, 1839, in-4°.

Annalen... *Annales de l'Observatoire de Vienne; par* MM. J.-J. et C.-L. Littrow; partie 20e; Vienne, 1840, in-fol.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. Schumacher; n° 423 à 425, in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome IX, n° 23, in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n° 67—69.

L'Expérience, journal de Médecine; n°s 205, in-8°.

La France industrielle; 8e année, n° 23.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — MAI 1841.

Jours du mois.	9 HEURES DU MATIN. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	MIDI. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygrom.	THERMOMÈTRE. Maxim.	Minim.	ÉTAT du ciel à midi.	VENTS à midi.
1	754,81	+21,4		754,20	+21,8		752,81	+25,8		752,88	+19,3		+27,7	+14,5	Beau	S. E.
2	752,13	+21,0		751,68	+24,0		751,07	+22,2		751,79	+16,1		+24,1	+13,7	Couvert	O. S. O.
3	751,75	+18,4		750,47	+23,8		750,24	+24,6		749,51	+17,4		+25,9	+15,0	Nuageux	O. S. O.
4	749,02	+21,2		747,99	+24,8		746,82	+24,9		745,53	+20,4		+26,4	+14,5	Nuageux	S. S. O.
5	749,00	+18,0		750,07	+20,0		750,25	+20,5		750,87	+15,0		+22,0	+14,1	Très nuageux	S. assez fort.
6	750,41	+15,2		751,35	+19,8		751,75	+20,0		754,06	+13,2		+21,0	+11,9	Éclaircies	O. S. O.
7	751,91	+16,6		749,85	+22,3		747,95	+22,2		747,78	+15,7		+24,0	+11,0	Couvert	S. S. E.
8	751,84	+14,8		752,08	+14,5		752,46	+15,2		755,89	+ 9,9		+16,8	+11,2	Très nuageux	S. O. fort.
9	760,93	+13,4		761,46	+16,0		761,92	+17,1		763,34	+11,2		+18,0	+ 8,4	Très nuageux	S. O.
10	764,37	+16,0		763,88	+18,3		763,38	+18,6		762,58	+15,2		+19,3	+ 7,3	Couvert	S.
11	759,88	+18,7		758,37	+21,5		757,19	+22,0		756,85	+15,6		+23,8	+14,2	Beau	S.
12	759,00	+13,0		758,89	+15,1		758,20	+18,4		760,03	+13,8		+18,7	+11,2	Couvert	O. N. O.
13	762,23	+13,2		761,89	+15,8		761,39	+11,6		763,05	+12,8		+18,2	+ 9,0	Beau	N.
14	764,06	+11,8		763,94	+13,8		762,57	+15,8		762,46	+12,6		+16,6	+ 7,1	Beau	N. E.
15	761,84	+14,3		761,05	+18,6		759,88	+20,0		758,84	+14,2		+21,5	+ 7,7	Beau	S. E.
16	757,14	+21,1		756,17	+23,7		754,52	+24,4		753,90	+17,1		+26,0	+ 7,6	Beau	S. O.
17	751,15	+22,0		750,00	+24,6		748,57	+25,0		747,91	+19,0		+27,1	+10,2	Beau	S. S. O.
18	750,25	+13,5		749,70	+15,6		749,58	+14,0		750,01	+11,8		+17,5	+12,7	Pluie	S.
19	747,53	+14,6		746,22	+16,4		744,49	+16,8		742,73	+12,2		+17,3	+ 8,9	Couvert	S. S. O.
20	746,13	+13,6		746,93	+14,2		747,02	+16,9		749,39	+12,5		+18,0	+10,1	Pluie	S. S. O. fort.
21	747,04	+15,6		746,00	+17,1		745,18	+17,0		745,43	+15,0		+17,8	+ 8,8	Couvert	S. E.
22	748,18	+16,8		750,31	+15,8		750,82	+17,3		753,73	+12,8		+18,4	+11,3	Pluie	O. S. O.
23	757,39	+18,2		758,24	+21,1		758,58	+21,0		759,84	+17,6		+23,2	+10,2	Très nuageux	S. S. E.
24	757,83	+19,8		757,87	+23,2		757,08	+22,8		757,23	+19,6		+25,6	+15,4	Couvert	E.
25	756,66	+17,2		755,62	+26,4		754,98	+29,4		755,00	+25,7		+31,1	+16,0	Beau	E.
26	756,65	+27,4		755,98	+30,3		755,01	+31,1		754,35	+25,4		+33,8	+18,9	Beau	E.
27	753,70	+27,0		752,25	+29,7		751,78	+31,0		753,31	+22,0		+33,7	+18,2	Beau	S. E.
28	756,64	+21,6		756,86	+24,8		756,32	+25,9		757,37	+19,9		+27,8	+16,7	Beau	S. O.
29	758,25	+16,4		757,97	+16,4		757,68	+15,3		757,25	+14,9		+17,1	+14,2	Pluie continuelle	N.
30	756,83	+15,4		756,90	+16,9		757,12	+17,2		757,17	+15,5		+18,1	+13,3	Couvert	O. N. O.
31	758,21	+19,6		758,25	+21,6		757,52	+22,4		758,40	+18,3		+25,2	+11,7	Vaporeux	N. O.
1	753,62	+17,6		753,30	+20,5		752,86	+21,1		753,42	+15,3		+22,5	+12,2	Moy. du 1er au 10	Pluie en centim.
2	755,92	+15,6		755,32	+17,9		754,34	+18,5		754,52	+14,2		+20,5	+ 9,9	Moy. du 11 au 20	Cour. 4,606
3	755,22	+19,5		755,11	+22,1		754,64	+22,8		755,37	+18,8		+24,7	+14,1	Moy. du 21 au 31	Terr.. 4,046
	754,92	+17,6		754,58	+20,2		753,95	+20,8		754,44	+16,1		+22,6	+12,1	Moyennes du mois	+17,3

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 JUIN 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination et la transformation d'un grand nombre d'intégrales définies nouvelles; par* M. AUG. CAUCHY.

Ce Mémoire sera publié dans un prochain *Compte rendu.*

RAPPORTS.

THÉRAPEUTIQUE. — *Rapport sur une annonce de guérison des sourds-muets par le magnétisme animal.*

(Commissaires, MM. Becquerel, Breschet, Magendie rapporteur.)

« Le 11 février de cette année, M. le baron DUPOTET, connu dans le monde avide du merveilleux par ses pérégrinations magnétiques en France et à l'étranger, annonça à l'Académie qu'il avait trouvé le moyen, *à l'aide d'un nouvel agent,* de guérir complétement les sourds-muets de naissance ou autres.

» Cette communication, qui devait retentir dans la presse, suffisait sans

doute à son auteur, car il ne demandait pas que l'Académie fît vérifier le fait, se contentant de montrer à l'appui de son assertion un jeune enfant qui aurait été sourd-muet et qui, soumis au nouveau procédé curatif, serait débarrassé de son infirmité.

» M. le Président ne le comprit pas de cette manière, et il prévint M. Dupotet qu'il ne serait admis à faire sa communication qu'autant qu'il se soumettrait aux usages académiques. En conséquence il nomma une Commission chargée de s'enquérir de ce qu'il y avait de réel dans l'annonce faite à l'Académie.

» M. Becquerel, M. Breschet et moi furent désignés pour remplir cette mission qui, comme on va le voir, n'était pas sans quelque difficulté.

» Notre premier soin fut de nous mettre en relation avec l'auteur de la communication. Il nous répéta de vive voix et avec assurance ce qu'il avait écrit à l'Académie. Il nous fit examiner l'enfant que, disait-il, il avait guéri. Mais comme nous n'avions pas connu cet enfant avant sa guérison, nous eût-il offert une ouïe et une parole parfaites, nous ne pouvions rien conclure de sa situation actuelle. Mais l'enfant n'était malheureusement pas pour lui dans cette position : c'était un véritable sourd-muet; de cette classe qui entend certains bruits, certaines intonations de la voix, et qui articule péniblement certains mots.

» Nous proposâmes à M. Dupotet d'appliquer son moyen curatif sur des sourds-muets dont nous eussions préalablement constaté l'infirmité. Il agréa sans difficulté notre proposition, y mettant toutefois cette condition, que nos sourds-muets appartiendraient à *des familles riches,* les guérisons sur les pauvres ne *prouvant* et ne *rapportant rien,* ajouta-t-il. Cependant, par notre insistance à lui affirmer que des résultats, quels qu'en fussent les sujets, auraient une grande valeur pour nous, quand bien même il n'y attacherait pas d'importance, il consentit à traiter trois jeunes élèves de l'Institution royale des sourds-muets que, sur notre demande, le directeur de cet établissement voulut bien mettre à notre disposition, en les faisant accompagner du médecin, d'un surveillant, et même d'un professeur de l'Institution, afin que tous les renseignements désirables pussent nous être, à l'instant, communiqués.

» Nous avions demandé au directeur de l'Institution royale des Sourds-Muets, que les élèves qu'il nous adresserait fussent insensibles à toute espèce de bruit; mais ce cas est très-rare et exceptionnel : les sourds-muets les plus complets entendent toujours, ou tout au moins sentent, pour ainsi dire, les vibrations sonores; à défaut de l'oreille, ils les reconnais-

sent à un ébranlement particulier vers la poitrine ou la main. D'un autre côté, ils produisent quelques sons avec leur larynx; ils crient sous l'impression de la douleur ou de la joie. Ils formulent quelques paroles; ils disent, par exemple, *papa;* mais ces sons de leur larynx n'étant qu'à peine perçus par eux, n'ayant rien, ou presque rien, d'imitatif, sont rauques, désagréables, incohérents; ils sont tellement différents de la voix naturelle, qu'ils forment un caractère distinctif de la surdi-mutité.

» Nos trois sourds-muets étaient dans ces conditions, entendaient quelque peu par l'oreille, et produisaient un petit nombre de sons vocaux : tous trois prononçaient assez distinctement *papa.*

» M. Dupotet, après avoir examiné les trois jeunes gens, les accepta; il ne nous demanda qu'une semaine pour les guérir : nous lui donnâmes quinze jours, lui disant que nous nous tiendrions pour très-satisfaits si, dans cet intervalle, il réussissait à remplir sa promesse.

» Quels moyens mettrait-il en usage pour atteindre le but désiré? Nous ne nous en inquiétions guère, il faut le dire, dans ce premier moment. L'important pour nous était de savoir si nous avions affaire à une réalité, ou bien à quelqu'une de ces déceptions si fréquemment et si bruyamment mises en avant pour la *cure* des maux *incurables.*

» Les trois jeunes gens furent immédiatement soumis aux moyens curatifs annoncés : les soins leur furent donnés à l'Institution royale des Sourds-Muets, en présence du médecin et de plusieurs autres fonctionnaires de l'établissement. Après huit jours de traitement, ils nous furent présentés. On nous assura qu'ils étaient guéris, et que s'ils recevaient l'*éducation nécessaire,* ils prendraient dans la société la place dont ils avaient jusque alors été privés.

» L'examen auquel nous nous livrâmes, aidés par l'un des professeurs de l'Institution, qui transmettait nos questions aux élèves, et nous traduisait leurs réponses, fut loin de confirmer ces prétentions. Nos sourds-muets avaient acquis, il est vrai, une nuance de sensibilité auditive qui les rendait un tant soit peu plus aptes à saisir certains bruits de choc d'une faible intensité, tel qu'une chiquenaude sur une carte de visite ou sur un chapeau. Les paroles explosives, telles que *papa, Dupotet,* prononcées durement, étaient aussi saisies, de l'aveu des élèves, avec un peu plus de facilité qu'auparavant. Mais en somme, ces jeunes gens, si intéressés dans la question, et qui en étaient sans doute les meilleurs juges, n'étaient point émerveillés de l'amélioration qu'ils avaient obtenue; ils nous l'expri-

maient, dans leur langage figuré et mimique, en hochant la tête, et montrant du doigt l'épaisseur de l'ongle.

» Le médecin de l'établissement, un professeur et un surveillant qui étaient présents, nous affirmèrent également que les trois élèves avaient éprouvé un léger changement favorable dans l'exercice de leur ouïe; mais que ce changement n'allait pas au-delà de ce qu'on obtient par les procédés ordinaires, qui consistent à exercer les traces des facultés auditives qu'offrent presque toujours les sourds-muets, et à diriger pendant quelque temps leur attention sur leur ouïe rudimentaire. Mais ces améliorations ne sont jamais de longue durée, et s'effacent dès qu'on cesse cette sorte de gymnastique.

» Du reste, nos jeunes gens, dont l'audition était *réveillée,* nous assurait-on, et qui entendaient, en effet, un léger choc sur une carte, n'entendaient pas le sifflet très-aigu et très-intense d'une clef, produit à quelques centimètres de leur oreille.

» Nous fîmes part de nos remarques à M. Dupotet, qui, avec un aplomb imperturbable, persista à nous dire, et nous a répété ensuite par écrit, que l'audition et le langage étaient développés chez nos jeunes gens, et qu'il ne fallait plus que de l'exercice pour terminer heureusement l'entreprise.

» En vain nous fîmes valoir à M. Dupotet que l'éducation et l'exercice dont il parlait, et qui rentraient de son aveu même dans les moyens connus habituellement employés, était justement le point difficile et où l'on avait constamment échoué; qu'en mainte occasion, on avait rendu l'ouïe à des sourds-muets, mais qu'après avoir acquis ce sens si important et si utile pour le commun des hommes, ils n'avaient montré aucune aptitude pour s'en servir, non plus que de la voix. Et que, malgré les soins éclairés de personnes qui font de ce genre d'éducation leur étude spéciale, ils étaient restés de véritables sourds-muets, possédant l'ouïe et la parole, mais n'ayant pas l'instinct de s'en servir. Que, pour en citer un exemple remarquable, Honoré Trésel, sur lequel l'un de nous a fait un rapport et auquel M. Deleau a rendu l'ouïe il y a près de quinze ans, et auquel il n'a cessé depuis cette époque de prodiguer les soins de tous genres, lui confiant même l'éducation d'autres sourds-muets; Honoré Trésel, qu'il a eu l'occasion de voir et d'étudier de nouveau la semaine dernière, bien qu'il entende, et qu'il parle et qu'il puisse soutenir une sorte de conversation sur les idées les plus simples et les plus matérielles, redevient à l'instant sourd et muet dès qu'on arrive à des expressions qui ne lui sont pas aussi familières. Lui ayant demandé en prononçant très

lentement, *s'il y avait un jardin dans sa maison,* il n'a jamais pu comprendre cette phrase, bien qu'il la répétât distinctement de vive voix; il a fallu la lui écrire et qu'il la lût pour qu'il en saisît le sens.

» Il n'est donc pas suffisant de donner l'ouïe et par suite la voix aux sourds-muets, pour les rendre à la condition commune des hommes et même des animaux; il faudrait encore faire naître chez eux l'aptitude instinctive qui se voit chez les enfants et qui les porte à exercer seuls et sans qu'il soit nécessaire de le leur apprendre, l'ouïe et la parole.

» M. Dupotet n'en persista pas moins dans son dire, et même il nous déclara qu'il lui serait impossible de continuer lui-même son œuvre, parce qu'il lui devenait trop onéreux d'aller tous les jours à l'Institution des Sourds-Muets située dans un faubourg éloigné du centre de la capitale. Qu'il nous demandait de charger quelqu'un d'exercer les trois élèves à parler et à entendre.

» Nous ne pouvions accéder à une semblable proposition; car, disions-nous à son auteur, si l'expérience ne réussit pas, vous seriez en droit de l'attribuer à celui que nous aurions choisi pour l'exécuter. Nous ajoutâmes que s'il voulait désigner lui-même une personne, nous nous chargions de la rétribuer convenablement : notre offre ne fut pas agréée. En définitive, on convint de demander à M. le directeur de l'Institution des Sourds-Muets, si les réglements de son établissement lui permettraient d'envoyer les trois élèves chez M. Dupotet pour y être exercés et terminer leur cure.

» M. le directeur a répondu à notre demande qu'il accorderait la sortie des élèves trois fois par semaine, mais toujours accompagnés du médecin et d'un surveillant.

» Malheureusement ce bon vouloir n'a pu avoir aucun résultat, car nous n'avons plus entendu parler de notre magnétiseur, et nos trois intéressants sujets d'expérience, après avoir été pendant quelques jours excités et plus sensibles que d'habitude aux vibrations sonores, sont retombés dans leur silence et leur isolement accoutumés, recevant désormais, sans distinction, la savante et ingénieuse éducation que leur donne l'Institution où ils sont placés.

» Tel est, messieurs, le récit fidèle de nos relations avec l'auteur de l'*Annonce de la guérison des sourds-muets par un agent nouveau;* vous voyez qu'il avait bien quelque raison en ne demandant pas de Commissaires. Dans cette circonstance, la correspondance de l'Académie a été, comme elle l'est trop souvent, pour les spéculateurs qui exploitent les misères et la

crédulité humaines, un moyen de publicité peu dispendieux et retentissant.

» Nous ne terminerons pas ce rapport sans rendre hommage à M. Lanneau, directeur de l'Institution des Sourds-Muets, et à M. Meinières, médecin de cet établissement, ainsi qu'à MM. les professeurs et surveillants qui ont favorisé de toute leur complaisance et de leur savoir spécial, les diverses phases de notre infructueuse tentative.

» Notre conclusion est que la cure de la surdi-mutité, annoncée à l'Académie par M. Dupotet, n'est point fondée, et qu'elle ne mérite en aucune manière son attention. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉDECINE LÉGALE. — *Rapport sur plusieurs Mémoires concernant l'emploi du procédé de Marsh, dans les recherches de médecine légale.*

(Commissaires, MM. Thenard, Dumas, Boussingault, Regnault rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Thenard, Dumas, Boussingault et moi, de lui faire un rapport sur plusieurs Mémoires et communications qui lui ont été adressés, concernant l'emploi de l'appareil de Marsh dans les recherches de médecine légale. Ces écrits, rangés dans l'ordre de date où ils ont été déposés à l'Académie, sont les suivants :

» 1°. Note sur un nouveau mode d'emploi de l'appareil de Marsh dans les recherches médico-légales, par M. J.-L. Lassaigne (12 octobre 1840);

» 2°. Lettre de M. Signoret sur les erreurs que l'on peut commettre dans l'emploi de l'appareil de Marsh (2 novembre);

» 3°. Lettre de M. Coulier sur le même sujet (9 novembre);

» 4°. Lettre de MM. Kœppelin et Kampmann, de Colmar, sur une nouvelle disposition de l'appareil de Marsh;

» 5°. Deux Notes de MM. Danger et Flandin, intitulées *Recherches médico-légales sur l'arsenic* (28 décembre et 11 janvier 1841). Ces deux Notes sont comprises dans un Mémoire plus étendu adressé par les mêmes auteurs, le 15 février, sous le titre de *Mémoire sur l'arsenic.*

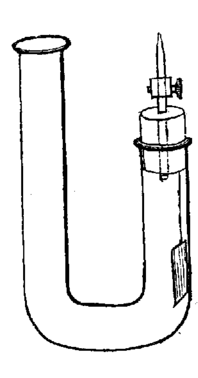
» Avant d'exposer les résultats consignés dans ces écrits et d'indiquer les expériences que nous avons faites pour les vérifier, il nous paraît indispensable d'établir le plus brièvement possible l'état de la question, au moment où les travaux dont il doit être parlé dans ce Rapport ont été adressés à l'Académie.

» On sait par les expériences de MM. Stromeyer, Thenard, Soubeiran, etc., que l'hydrogène arséniqué se décompose à une température peu élevée; qu'il suffit de faire passer ce gaz par un tube chauffé au rouge sombre pour le décomposer en hydrogène pur qui se dégage, et en arsenic métallique qui vient se condenser dans la partie antérieure plus froide du tube.

» D'un autre côté, quand on enflamme le gaz hydrogène arséniqué, l'élément le plus combustible, l'hydrogène, brûle le premier; et si l'on place dans la flamme un corps froid, l'arsenic se dépose en grande partie à l'état métallique.

» Toutes les fois que l'on dégage de l'hydrogène d'une liqueur qui renferme en dissolution de l'acide arsénieux ou de l'acide arsénique, le gaz hydrogène est accompagné d'une certaine quantité d'hydrogène arséniqué, dont on peut constater la présence par une des réactions que nous venons d'indiquer.

» M. Marsh a eu l'heureuse idée de se servir de ces propriétés pour mettre en évidence la présence de l'arsenic dans les cas d'empoisonnements. Il fait digérer avec de l'eau chaude les substances que l'on suppose renfermer de l'acide arsénieux; la liqueur, après filtration, est mélangée avec une quantité convenable d'acide sulfurique, puis versée dans un appareil particulier qui renferme une lame de zinc destinée à dégager du gaz hydrogène.



» L'appareil se compose d'un tube de verre recourbé en siphon, de 2 à $2\frac{1}{2}$ centimètres de diamètre intérieur, ouvert à ses deux extrémités; un tube de métal muni d'un robinet et terminé par une ouverture circulaire très étroite, est engagé au moyen d'un bouchon dans la petite branche du tube. Une lame de zinc est suspendue dans cette branche à quelques centimètres

au-dessus de la courbure, enfin tout l'appareil est maintenu dans une position verticale au moyen d'un support.

» L'appareil étant ainsi disposé, le robinet ouvert, on verse la liqueur suspecte par la grande branche, après l'avoir convenablement acidulée avec de l'acide sulfurique; la liqueur s'élève jusqu'à une petite distance du bouchon, on ferme le robinet. Le zinc est attaqué et il se dégage de l'hydrogène qui déprime la colonne liquide dans la petite branche; bientôt le zinc est mis à nu et le dégagement de gaz cesse. On essaie maintenant l'hydrogène qui s'est produit dans la réaction; pour cela on ouvre le robinet, on enflamme le jet de gaz et on présente à la flamme une soucoupe de porcelaine ou un morceau de verre froid. Si l'hydrogène est mélangé d'hydrogène arséniqué, il se forme un dépôt métallique d'arsenic. En dirigeant la même flamme dans un tube ouvert aux deux bouts, il se dépose sur ses parois un enduit blanc d'acide arsénieux: si le tube est incliné de manière à être touché par la flamme, une portion de l'arsenic se dépose à l'état métallique à l'endroit du contact, l'autre partie se dépose plus loin à l'état d'acide arsénieux.

» A mesure que le gaz hydrogène provenant de la première réaction s'écoule, la liqueur acide remonte et arrive de nouveau en contact avec le zinc; le dégagement recommence. On ferme maintenant le robinet jusqu'à ce que la courte branche soit de nouveau remplie de gaz, et ainsi de suite. L'expert peut répéter ces opérations autant de fois qu'il veut, jusqu'à ce qu'il soit bien convaincu de la présence ou de l'absence de l'arsenic dans les matières soumises à l'essai.

» Ce procédé réussit sans embarras quand les liqueurs suspectes sont bien limpides; mais il n'en est pas de même lorsque ces liqueurs sont visqueuses, qu'elles renferment des matières organiques en dissolution, comme cela arrive presque toujours dans les recherches médico-légales. Dans ce cas le dégagement d'hydrogène donne beaucoup de mousse, et il faut souvent attendre fort longtemps avant que cette mousse soit tombée et qu'elle permette d'enflammer le gaz. M. Marsh recommande, pour empêcher la formation de la mousse, de verser une couche d'huile à la surface du liquide.

» Le procédé de Marsh ramenait à une simplicité inattendue la recherche de l'arsenic dans les cas d'empoisonnement, recherche qui, par les anciens procédés, était souvent fort longue et très délicate. Aussi fut-il bientôt mis à l'épreuve par un grand nombre de chimistes.

» En étudiant ce procédé de plus près, on ne tarda pas à s'apercevoir

qu'il pouvait donner lieu à des méprises graves, si l'on se contentait d'un examen superficiel des taches.

» Ainsi, M. Liebig fit remarquer que l'appareil de Marsh pouvait donner des taches miroitantes, ressemblant beaucoup à celles de l'arsenic, quand la liqueur soumise à l'essai renferme en dissolution une quantité un peu notable de certains métaux, du fer par exemple à l'état de chlorure. Cela tient à ce que le gaz entraîne avec lui mécaniquement des gouttelettes excessivement petites de la dissolution; les sels métalliques que ces gouttelettes renferment, sont plus ou moins complétement réduits dans la flamme du gaz hydrogène et se déposent sous forme de taches sur la porcelaine.

» M. Liebig recommanda de faire passer le gaz à travers un tube de verre peu fusible, de quelques millimètres de diamètre, chauffé au moyen d'une lampe à alcool; l'arsenic vient alors former un anneau miroitant à une petite distance en avant de la partie chauffée, tandis que les métaux entraînés mécaniquement avec la dissolution se réduisent par l'hydrogène dans la partie chauffée et s'y arrêtent. Cette même modification au procédé de Marsh fut proposée vers la même époque par M. Berzélius; elle a des avantages sur le procédé primitif.

» L'appareil proposé par Marsh ne fut pas généralement adopté. La disposition était un peu compliquée; elle avait l'inconvénient très grave de ne permettre d'opérer que sur de très petits volumes de liquide à la fois et de ne donner qu'une flamme de quelques instants. On préféra se servir des flacons ordinaires des laboratoires pour soumettre les liqueurs suspectes au dégagement du gaz hydrogène. Ce dégagement devenait continu, au lieu d'être intermittent comme dans l'appareil primitif de Marsh. Il y avait bien là un inconvénient, celui de perdre au commencement de l'expérience une petite quantité de gaz, que l'on ne pouvait pas enflammer tout de suite, parce qu'il fallait attendre que l'air fût entièrement expulsé; mais cet inconvénient peut être facilement évité, en commençant d'abord par chasser complétement l'air du flacon au moyen de l'hydrogène pur obtenu par la réaction de l'acide sulfurique seul sur le zinc, et introduisant ensuite la liqueur à essayer au moyen d'un tube de sûreté adapté au flacon.

» Lorsque la liqueur de laquelle on dégage de l'hydrogène renferme un composé soluble d'antimoine au lieu d'un composé arsénical, par exemple de l'émétique, le gaz qui se dégage renferme de l'hydrogène antimonié, et si, après l'avoir enflammé, on approche une capsule de porcelaine, celle-ci se recouvre de taches miroitantes d'antimoine métallique. Ces taches se distinguent facilement des taches d'arsenic quand elles sont épaisses; mais

quand au contraire elles sont légères, il peut y avoir doute, et c'est une objection que l'on fit dès l'origine au procédé de Marsh: objection grave, puisque l'expert pouvait être conduit à attribuer à la présence de l'arsenic, des taches qui étaient produites par une substance qui avait été prise comme médicament.

» Le caractère seul des taches obtenues par le procédé de M. Marsh ne suffit donc pas pour conclure à la présence de l'arsenic.

» M. Orfila a appliqué le procédé de Marsh dans un grand nombre de recherches importantes sous le point de vue physiologique et toxicologique et qu'il a exposées dans plusieurs Mémoires lus à l'Académie de Médecine.

» M. Orfila s'est proposé de rechercher, si, dans les cas d'empoisonnement par l'acide arsénieux, le poison passait dans l'organisation animale, s'il était absorbé, et par suite s'il était possible de le retrouver après la mort dans les différentes parties du corps. Cette question est de la plus haute importance, non-seulement pour la physiologie, mais encore pour la médecine légale. En effet, s'il arrive le plus souvent que l'expert découvre facilement l'arsenic dans les aliments qui ont produit l'empoisonnement, ou dans les matières vomies, ou enfin dans celles qui sont restées dans le canal intestinal, il se présente cependant des cas où ces matières manquent entièrement et où l'on ne peut chercher que le poison qui est passé dans l'économie animale. Cette circonstance se présentera surtout quand le cadavre aura déjà été inhumé et qu'il aura séjourné pendant un certain temps dans la terre.

» Par un grand nombre d'expériences faites, d'un côté sur plusieurs individus qui avaient péri victimes d'empoisonnement par l'arsenic, et de l'autre sur des chiens empoisonnés par l'acide arsénieux introduit dans le canal digestif ou appliqué sur le tissu cellulaire sous-cutané, M. Orfila fit voir que l'acide arsénieux pouvait être retrouvé, après la mort, dans le sang, dans les viscères et dans l'urine.

» Pour enlever l'arsenic qui a été ainsi absorbé, il faut faire bouillir pendant plusieurs heures les organes avec de l'eau, et encore n'y parvient-on pas d'une manière complète. La liqueur résultant de cette ébullition renferme une grande quantité de matière organique en dissolution et donne une telle quantité de mousse dans l'appareil de Marsh, qu'il est impossible d'appliquer le procédé direct; il faut de toute nécessité détruire la matière organique en dissolution, mais de manière à ne pas donner lieu à une perte d'acide arsénieux.

» M. Orfila a proposé deux méthodes pour arriver à ce but. La première consiste à évaporer la liqueur, à la mélanger avec du nitrate de potasse et à projeter le résidu de l'évaporation par petites portions dans un creuset de Hesse. On s'assure, par un essai préalable, que la proportion de nitre ajoutée est suffisante pour brûler complétement la matière organique. S'il n'en était pas ainsi, si dans l'essai le résidu restait charbonné après la combustion, il faudrait augmenter la proportion de nitre. On retire ensuite les matières brûlées du creuset, on les place dans une capsule de porcelaine et on les décompose par l'acide sulfurique, jusqu'à ce que cet acide soit en excès. On évapore presque à sec pour chasser l'acide nitrique, puis on reprend par l'eau, et l'on emploie la liqueur acide dans l'appareil de Marsh. Il est indispensable que les acides nitrique et nitreux aient été entièrement chassés par l'acide sulfurique; la présence de ces acides empêcherait le dégagement d'hydrogène et pourrait même donner lieu à des explosions.

» Le second procédé indiqué par M. Orfila est plus simple, plus expéditif: il consiste à traiter les décoctions aqueuses des viscères par l'acide nitrique pur, à évaporer à sec pour charbonner les matières animales, à traiter le charbon obtenu par l'eau bouillante, et à essayer la liqueur dans l'appareil de Marsh. On peut même, et c'est à ce dernier procédé que M. Orfila a donné la préférence, carboniser directement les organes par l'acide nitrique. Pour cela on commence par dessécher les viscères, coupés préalablement en petits morceaux, et on les projette par petites portions dans l'acide nitrique chauffé dans une capsule de porcelaine. Il se dégage bientôt des vapeurs nitreuses abondantes, et les divers fragments ne tardent pas à se dissoudre. Quand toute la matière a été placée dans la capsule, on continue l'évaporation jusqu'à ce que la substance épaissie dégage tout d'un coup une fumée épaisse. Il faut alors se hâter de retirer la capsule du feu; la carbonisation s'achève d'elle-même. Si la capsule restait plus longtemps sur le feu, il se produirait le plus souvent une déflagration très vive qui pourrait donner lieu à une perte notable d'arsenic. Le charbon obtenu est pulvérisé dans un mortier de verre; on le fait bouillir à plusieurs reprises avec de l'eau distillée, puis on emploie la liqueur dans l'appareil de Marsh. Quand la carbonisation a été bien faite, les liqueurs sont limpides et ne donnent pas de mousse; mais si la carbonisation est incomplète, si le charbon résultant est gras, on obtient une liqueur qui renferme plus ou moins de matière organique, et qui donne alors de la mousse dans l'appareil de Marsh.

» Les proportions d'acide nitrique que l'on doit employer sont variables,

suivant la nature de l'organe que l'on cherche à détruire. Ce sont les matières grasses qui en exigent la plus forte proportion. (ORFILA, *Mémoires sur l'empoisonnement,* page 84.)

» La carbonisation par l'acide nitrique a l'inconvénient d'exiger l'emploi d'une grande quantité d'acide; elle en présente un autre beaucoup plus grave, c'est qu'il est souvent impossible, même en apportant les plus grands soins dans la surveillance de l'opération, d'éviter à la fin de l'évaporation une déflagration très vive, qui peut volatiliser la plus grande partie de l'arsenic.

» M. Orfila a fait également un grand nombre d'expériences sur les diverses taches que l'on obtient quelquefois avec l'appareil de Marsh, en opérant sur des liqueurs qui ne renferment pas d'arsenic, et il a donné des caractères physiques et chimiques pour les distinguer des taches arsénicales.

» Les taches d'arsenic se distinguent facilement des taches d'antimoine, aux caractères suivants :

» Les taches arsénicales sont d'un brun fauve, miroitantes et très brillantes. Quand l'arsenic est abondant, elles sont noirâtres. Lorsque les taches sont altérées par la présence d'une matière organique plus ou moins décomposée, ou par des matières sulfurées, elles prennent une teinte jaune. Les taches arsénicales pures n'attirent pas l'humidité de l'air et ne rougissent pas le tournesol. La tache arsénicale soumise à la flamme du gaz hydrogène pur se volatilise en quelques instants.

» La tache d'antimoine a toujours une nuance bleuâtre bien prononcée; cette nuance peut, à la vérité, être altérée par la présence de matières étrangères. La tache ne se volatilise pas à la flamme du gaz hydrogène pur; elle s'étend au contraire dans les premiers moments; elle ne disparaît que si l'on prolonge pendant plusieurs minutes l'action de la chaleur, surtout dans la partie oxidante de la flamme; la tache blanchit alors en donnant de l'oxide d'antimoine, qui peut quelquefois finir par disparaître entièrement.

» Les taches d'arsenic et d'antimoine se dissolvent facilement à froid dans quelques gouttes d'acide nitrique concentré; si les taches renferment de petites parties charbonneuses provenant de matières organiques entraînées par le gaz, il reste quelques parcelles noires qui ne disparaissent qu'en chauffant l'acide et en évaporant à sec.

» L'acide nitrique ayant été chassé par une évaporation ménagée, l'arsenic laisse un résidu blanc soluble dans l'eau, l'antimoine un résidu

jaunâtre insoluble. Une goutte de nitrate d'argent en dissolution bien neutre, versée sur les résidus, donne du rouge brique avec l'arsenic et ne change pas le résidu d'antimoine.

» Enfin, il convient d'ajouter à ces caractères le suivant : les résidus du traitement des taches par l'acide nitrique étant chauffés avec un peu de flux noir, dans un petit tube fermé à un bout et effilé à l'autre, donnent, le résidu d'arsenic un anneau métallique volatil, qui vient se former dans la partie effilée du tube, tandis que le résidu d'antimoine n'en donne pas.

» M. Orfila a constaté, dans le cours de ses expériences, qu'en opérant avec une flamme un peu forte sur des liquides organiques, il se produisait quelquefois sur la capsule des taches brunes, plus ou moins foncées, assez larges, en aucune façon arsénicales et auxquelles il a donné le nom de *taches de crasse*. Ces taches, d'après ce chimiste, se distinguent facilement des taches arsénicales: elles sont ternes, et nullement miroitantes, elles ne se volatilisent que difficilement, même dans la flamme oxidante de l'hydrogène pur ; l'acide nitrique ne les dissout pas instantanément. M. Orfila conclut de là qu'elles ne sauraient être confondues avec les taches arsénicales.

» M. Orfila a signalé une autre espèce de taches, qu'il considère comme bien autrement importantes, parce qu'elles se produisent souvent et qu'elles pourraient être quelquefois confondues avec les taches arsénicales. On les voit surtout apparaître, quand on introduit dans l'appareil de Marsh, des liqueurs provenant de muscles carbonisés par l'acide nitrique concentré. Ces taches présentent plusieurs aspects. 1er *Cas*. Elles sont blanches, opaques, immédiatement volatiles quand on les chauffe à la flamme du gaz hydrogène, et s'effacent presque entièrement au bout de quelques heures, à la température ordinaire de l'atmosphère. 2e *Cas*. Elles sont jaunes, ou même d'un brun clair, brillantes avec un reflet bleuâtre ou couleur de rouille, et pourraient alors être prises pour des taches arsénicales; mais en les traitant par l'acide nitrique, on voit qu'elles ne disparaissent qu'en chauffant, et si l'on verse sur le résidu une dissolution de nitrate d'argent, il ne se forme pas de précipité rouge brique.

» M. Orfila observe à cette occasion qu'on ne saurait être trop circonspect lorsqu'on aura à se décider sur la nature des taches obtenues : l'expert ne devra jamais dire qu'elles sont arsénicales, s'il ne leur a pas reconnu les caractères de la volatilité et du précipité rouge brique avec le nitrate d'argent.

» Les procédés donnés par M. Orfila semblaient satisfaire aux recherches

de la médecine légale et leur donner les caractères de précision désirables; mais un résultat tout-à-fait inattendu vint compliquer singulièrement la question.

» MM. Couerbe et Orfila annoncèrent qu'ayant appliqué leurs procédés à la recherche de l'arsenic dans les cadavres d'individus qui n'avaient pas été sous l'influence de préparations arsénicales, ils étaient parvenus à démontrer la présence de l'arsenic dans le corps de l'homme à l'état normal. Les os en renfermaient surtout une quantité sensible. Les viscères n'en avaient pas donné; mais la chair musculaire, d'après M. Orfila, pouvait bien en renfermer une quantité extrêmement petite que les expériences n'avaient pu mettre en évidence d'une manière certaine.

» Les mêmes expériences démontrèrent la présence de l'arsenic dans les os du chien, du mouton, du bœuf, ainsi que dans le bouillon de bœuf. Enfin M. Orfila annonça l'existence de l'arsenic dans les terrains des cimetières.

» Ces résultats compliquaient gravement les recherches médico-légales. Il était du devoir de vos Commissaires de les soumettre à une vérification rigoureuse.

» Après ces préliminaires, qui nous ont paru nécessaires, nous allons passer à l'examen des écrits qui sont soumis au jugement de l'Académie.

» 1°. Note de M. Lassaigne sur un nouveau mode d'emploi de l'appareil de Marsh dans les recherches médico-légales.

» M. Lassaigne propose, au lieu d'enflammer le gaz qui se dégage de l'appareil de Marsh et de condenser l'arsenic sur une soucoupe de porcelaine, de faire passer le gaz à travers une dissolution de nitrate d'argent: on sait que, dans ce cas, l'hydrogène arséniqué réagit sur le nitrate d'argent, il se précipite de l'argent métallique, et la liqueur renferme de l'acide arsénieux en dissolution. On peut continuer le dégagement d'hydrogène aussi longtemps que l'on veut, jusqu'à ce que l'on soit bien convaincu que la liqueur ne peut plus renfermer de composé arsénical. On achève maintenant de détruire ce qui restait de nitrate d'argent dans la dissolution, en précipitant l'argent par l'acide chlorhydrique, et l'on a une liqueur qui, évaporée, donne l'acide arsénieux, que l'on peut reconnaître par toutes les épreuves ordinaires.

» Vos Commissaires ont soumis à l'essai le procédé de M. Lassaigne, et ils ont reconnu qu'il retenait complétement l'arsenic. Mais il faudrait bien se garder de conclure à la présence de l'arsenic dans les liqueurs suspectes

par le fait seul, que la dissolution de nitrate d'argent se trouble pendant qu'elle est traversée par le courant de gaz ; il peut se former un précipité par plusieurs causes. Ainsi il se formera un précipité noir de sulfure d'argent, et non d'argent métallique, quand le gaz hydrogène sera mélangé de gaz sulfhydrique, ce qui aura lieu toutes les fois que le zinc renfermera un peu de sulfure. Dans certains cas il y aura dépôt d'argent métallique par des gaz carbonés, et même par l'hydrogène pur, si l'appareil est exposé pendant l'opération à la lumière. On ne devra donc conclure à la présence de l'arsenic que si l'on parvient à isoler ce corps de la liqueur, après le traitement indiqué par M. Lassaigne, et que nous venons de décrire.

» 2°. Lettre de M. **Signoret**.

» M. Signoret annonce à l'Académie qu'ayant fait quelques expériences pour déterminer le degré de sensibilité du procédé de Marsh, il a trouvé que un deux-cent-millionième d'acide arsénieux donnait encore des taches sensibles. Étonné de ce résultat, il fit quelques expériences sur le zinc et l'acide sulfurique seuls, et il reconnut qu'en opérant avec beaucoup de soin, on obtenait des taches tout-à-fait semblables. M. Signoret a essayé des produits provenant de différentes fabriques qui lui ont tous donné les mêmes résultats. Il conclut qu'il est à peu près impossible d'obtenir dans le commerce des réactifs purs, et que les médecins légistes doivent faire la plus grande attention à ce fait.

» Nous montrerons par les expériences que nous avons faites nous-mêmes, qu'il est facile de se procurer dans le commerce du zinc et de l'acide sulfurique qui ne donnent pas d'arsenic dans l'appareil de Marsh, et qu'il est très probable que les taches signalées par M. Signoret sont dues à des gouttelettes de la dissolution de zinc entraînées mécaniquement.

» 3°. Lettre de M. **Coulier**.

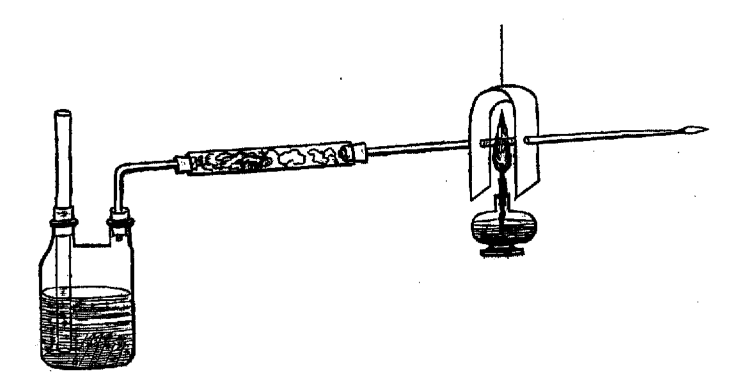
» M. Coulier annonce dans sa Lettre que l'on doit faire attention dans le procédé de Marsh à certains verres ou cristaux, qui produisent des taches par eux-mêmes quand on les soumet à la flamme du gaz hydrogène; ces taches pouvant être confondues avec les taches arsénicales.

» Tout le monde sait que les verres plombeux noircissent dans la partie réduisante de la flamme, par la réduction d'une partie de l'oxide de plomb; mais les taches qui se produisent ne peuvent pas se confondre avec les taches arsénicales: elles n'ont pas le même aspect, et l'examen chimique le plus superficiel suffit pour les distinguer. Néanmoins l'expert

fera bien de se servir de soucoupes ou d'assiettes de porcelaine qui n'aient pas de vernis plombeux. Les véritables porcelaines, celles que l'on nomme les porcelaines dures, sont seules dans ce cas.

» 4°. Note de MM. **Kœppelin** et **Kampmann**, de Colmar.

» MM. Kœppelin et Kampmann proposent dans leur Note une disposition de l'appareil de Marsh qui doit avoir des avantages sur l'appareil le plus généralement employé. Cette disposition est la suivante :



» Dans l'une des deux tubulures du flacon destiné à recevoir la matière à essayer, on engage un tube droit large de 1 centimètre au moins, et on le fait plonger au fond du flacon. On place dans celui-ci du zinc, puis on y verse assez d'eau pour couvrir l'ouverture inférieure du tube. Dans la seconde tubulure on engage un tube recourbé à angle droit qui communique avec un tube plus large contenant des fragments de chlorure de calcium. De ce tube à dessiccation part de la même manière un autre tube à paroi épaisse, formé d'un verre peu fusible, long de 2 décimètres, et dont le diamètre intérieur ne doit pas dépasser 5 millimètres. Ce tube est effilé à son extrémité.

» Une feuille de cuivre large de 5 à 6 centimètres et longue de 2 décimètres environ, est repliée sous forme d'étrier et de manière à présenter deux lames parallèles écartées l'une de l'autre d'à peu près 5 centimètres. Vers leur extrémité inférieure, ces lames sont percées de deux trous par lesquels on fait passer le dernier tube. Cette feuille de métal est destinée à soutenir le tube et à le protéger contre la courbure qu'il ne manquerait pas de prendre dans la partie qui doit être exposée à la chaleur, à concentrer par sa forme la chaleur, insuffisante sans cela, d'une lampe à alcool que l'on place au-dessous d'elle et entre ses deux branches, enfin à

servir d'écran aux parties voisines de celle que l'on veut chauffer et à y faciliter le dépôt d'arsenic.

» L'appareil ainsi monté, on verse dans le flacon une petite quantité de l'acide que l'on veut employer. Quand le dégagement d'hydrogène a chassé tout l'air de l'appareil, on place une lampe à alcool sous la partie du tube qui traverse l'étrier de cuivre, et l'on allume le jet de gaz à l'extrémité du tube. Malgré la pureté déjà reconnue des réactifs que l'on emploie, il faut s'assurer qu'il ne se forme de dépôt ni dans le tube, ni contre une surface de porcelaine présentée à la flamme.

» Alors seulement on verse dans le flacon une plus grande quantité d'acide et la liqueur soumise à l'épreuve, en ayant soin de les ajouter en quantités telles, qu'il ne se produise pas trop de mousse par la réaction. La largeur du tube droit ne permettant pas la rentrée de l'air, on peut ainsi diriger l'action à volonté et sans jamais suspendre l'échauffement du tube ni l'inflammation du jet de gaz.

» Si l'hydrogène dégagé et qui arrive sec dans le tube chauffé, contient la moindre trace d'hydrogène arséniqué, il se formera, au-delà du point où la chaleur est appliquée, des taches arsénicales annulaires. Mais toujours, quelque précaution que l'on prenne, une partie du gaz arsénical échappera à cette décomposition. C'est pourquoi l'on a donné au tube une formée effilée qui permet d'enflammer le gaz qui se dégage et de recueillir les dernières traces d'arsenic qui ont échappé à la première réaction.

» La manière d'opérer de MM. Kœppelin et Kampmann revient en somme au procédé recommandé par MM. Liebig et Berzélius; mais MM. Kœppelin et Kampmann prescrivent, en outre, de dessécher le gaz et de le brûler à l'extrémité du tube afin de retenir les dernières parties d'arsenic.

» La dessiccation préalable du gaz ne nous paraît pas nécessaire. On peut retenir la plus grande partie de l'eau entraînée et la faire retomber dans le flacon, en terminant sous forme de biseau l'extrémité du tube de dégagement qui est engagée dans le bouchon et soufflant une boule en un point quelconque de sa hauteur. Si la dessiccation était utile, il vaudrait mieux l'opérer au moyen d'un tube rempli de verre mouillé d'acide sulfurique concentré, que par le chlorure de calcium, parce qu'en principe il faut diminuer autant que possible le nombre des réactifs employés dans l'expertise médico-légale.

» 5°. Le dernier travail dont nous ayons à rendre compte est plus étendu que les précédents: c'est celui de MM. Danger et Flandin.

» MM. Danger et Flandin, ayant mis à l'essai les différents procédés de carbonisation qui avaient été recommandés, reconnurent que ces procédés donnaient des résultats très dissemblables, quant aux taches plus ou moins prononcées et plus ou moins nombreuses que les liqueurs donnaient ensuite quand on les soumettait à l'appareil de Marsh; ils cherchèrent à modifier ces procédés de manière à obtenir la plus grande quantité de taches possible et ils parvinrent, après un certain nombre de tâtonnements, à un procédé tel, qu'avec 5 grammes de chair d'un animal à l'état normal ils pouvaient remplir de larges taches plusieurs soucoupes de porcelaine. Il suffisait pour cela de triturer les 5 grammes de chair fraîche avec 5 grammes de nitrate de potasse, d'y ajouter 5 grammes d'acide sulfurique et de chauffer le mélange jusqu'au rouge dans une cornue, en recueillant les produits qui passaient à la sublimation. En opérant sur de plus grandes quantités de chair et avec des mélanges semblables, MM. Danger et Flandin parvinrent à condenser dans le col de la cornue une quantité assez considérable d'une matière sublimée, dont une petite portion placée dans l'appareil de Marsh, donnait des taches brunes très fortes. Cette matière fut trouvée composée de sulfite et de phosphite d'ammoniaque, mélangés avec une petite quantité de matière organique. Un mélange artificiel de sulfite et de phosphite d'ammoniaque, introduit dans un appareil de Marsh, avec quelques gouttes d'essence de térébenthine, a donné des taches en tout semblables.

» MM. Danger et Flandin annoncent que ces taches présentent non-seulement par leur aspect une ressemblance frappante avec les taches arsénicales, mais que la ressemblance se soutient même dans les propriétés chimiques. Ainsi, d'après MM. Danger et Flandin, « indépendamment de la modification apportée dans la couleur de la flamme, indépendamment de l'odeur d'ail que cette flamme exhale, les plaques déposées sur une assiette en porcelaine sont volatiles à l'extrémité du jet, solubles dans l'acide nitrique, et leur dissolution est précipitable en jaune par l'hydrogène sulfuré, en rouge-brique par le nitrate d'argent. »

» Les expériences de MM. Danger et Flandin montrent seulement, que quand la carbonisation des matières organiques se fait d'une manière incomplète, on peut obtenir en plaçant ensuite les liqueurs dans l'appareil de Marsh, des taches qui présentent à l'œil une grande ressemblance avec les taches arsénicales. Vos Commissaires s'en sont assurés; mais si les apparences physiques se ressemblent, il n'en est pas de même des caractères chimiques. Au moyen de ces derniers caractères, rien n'est plus facile que

de distinguer ces taches des taches arsénicales; en effet, ces dernières se dissolvent instantanément et à froid dans quelques gouttes d'acide nitrique; la liqueur évaporée pour chasser l'acide nitrique en excès, puis traitée par le nitrate d'argent bien neutre, donne un dépôt rouge-brique d'arséniate d'argent. Les taches non arsénicales ne se dissolvent que plus difficilement dans l'acide nitrique; il reste toujours quelques parcelles de matière charbonneuse brune qui ne disparaissent qu'en chauffant l'acide. Lorsque tout a été dissous, la liqueur, évaporée de nouveau à sec et traitée par le nitrate d'argent, donne un dépôt jaune de phosphate d'argent. Ainsi rien n'est plus facile que de distinguer ces taches des taches arsénicales pures. Il est vrai que ces caractères deviennent moins tranchés, lorsque les taches arsénicales sont elles-mêmes mélangées de matières étrangères, comme cela arrive quand les carbonisations des chairs empoisonnées ont été imparfaites, mais un chimiste un peu exercé ne s'y trompera jamais.

» Il est évident d'ailleurs que si la destruction des matières organiques par l'acide nitrique a été complète, il ne peut plus exister dans les résidus ni acide sulfureux, ni acide phosphoreux; ces acides se sont nécessairement suroxidés et changés en acides sulfurique et phosphorique. Ainsi, quand les carbonisations ont été bien complètes, il n'y a jamais de danger de rencontrer ces taches anomales, et cela résulte des expériences mêmes de MM. Danger et Flandin.

» Aussi vos Commissaires, tout en reconnaissant que les faits rapportés par MM. Danger et Flandin doivent être pris en considération sérieuse dans les recherches médico-légales, croient de leur devoir de repousser l'explication que ces messieurs en ont donnée, et d'insister sur ce point, que ces taches ne sauraient être confondues avec les taches vraiment arsénicales, toutes les fois qu'elles seront soumises à l'action des réactifs, qui peuvent seuls permettre de prononcer sur l'existence réelle de l'arsenic.

» Une fois convaincus de la nécessité de produire une carbonisation bien absolue des organes, MM. Danger et Flandin ont cherché un procédé de carbonisation qui ne présentât pas les inconvénients de ceux qui avaient été proposés jusqu'ici, et ils ont indiqué une méthode qui, d'après les expériences mêmes de vos Commissaires, doit être préférée à la carbonisation par l'acide *nitrique*. Cette méthode est la suivante:

» La matière organique étant placée dans une capsule de porcelaine, on ajoute environ $\frac{1}{6}$ de son poids d'acide sulfurique, puis on chauffe successivement jusqu'à ce qu'il apparaisse des vapeurs d'acide sulfurique. La matière entre d'abord en dissolution, puis elle se charbonne pendant la con-

centration de la liqueur; on évapore en remuant continuellement avec une baguette de verre. La carbonisation se fait sans aucun boursouflement; on continue l'action de la chaleur jusqu'à ce que le charbon paraisse friable et presque sec. On laisse maintenant refroidir la capsule, puis on ajoute avec une pipette une petite quantité d'acide nitrique concentré ou d'eau régale avec excès d'acide nitrique, qui produit la suroxidation et fait passer l'acide arsénieux à l'état d'acide arsénique, état dans lequel il est beaucoup plus soluble; on évapore de nouveau à sec, puis on reprend par l'eau bouillante. La liqueur parfaitement limpide, et quelquefois tout-à-fait incolore, est traitée par l'appareil de Marsh, dans lequel elle ne donne jamais de mousse.

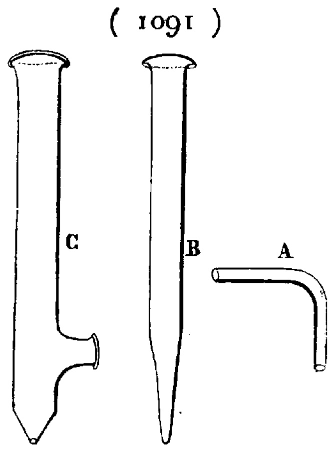
» Ce procédé est beaucoup préférable à la carbonisation par l'acide nitrique; on est plus maître de l'opération, on emploie des quantités beaucoup moins grandes de réactif (considération très importante), et il n'y a jamais de déflagration. Vos Commissaires se sont assurés dans un grand nombre d'expériences, qu'en opérant par ce procédé sur 2 ou 300 grammes de chair musculaire à laquelle on ajoutait seulement un milligramme d'acide arsénieux, on obtenait des taches d'arsenic sur lesquelles on pouvait constater tous les caractères chimiques de cette substance.

» MM. Danger et Flandin, toujours préoccupés de l'inconvénient que présenteraient les matières organiques qui pourraient n'avoir pas été complétement détruites, même lorsque les liqueurs sont limpides et ne donnent pas de mousse dans l'appareil de Marsh, ont imaginé un appareil particulier dans lequel le gaz hydrogène est complétement brûlé, ainsi que l'arsenic et les matières entraînées. Cet appareil consiste:

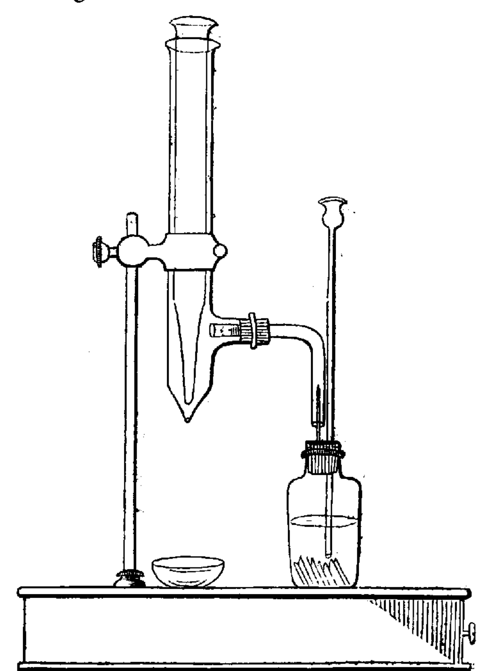
» 1°. En un *condensateur* cylindrique C portant vers son extrémité inférieure une tubulure, et se terminant par un cône dont la pointe reste ouverte;

» 2°. En un *tube à combustion* A recourbé à son milieu en angle droit, et pouvant s'adapter à la tubulure du condensateur à l'aide d'un bouchon;

» 3°. En un *réfrigérant* B dont la partie inférieure s'engage dans la partie conique du condensateur et en ferme l'ouverture. Le tout est soutenu par un support.



» Pour faire usage de l'appareil on remplit le réfrigérant d'eau distillée et on l'introduit dans le *condensateur;* on fixe le tube à combustion et l'on engage dans son intérieur, à un tiers de l'extrémité, le jet de flamme, alors qu'il ne se dégage encore que de l'hydrogène pur. Le vase dans lequel se produit l'action chimique, est un flacon de verre à large ouverture dont le bouchon est percé de deux trous : l'un de ces trous laisse passer un tube effilé au bout duquel on brûle l'hydrogène ; l'autre trou est traversé par un tube plus large qui sert à introduire les liqueurs suspectes. On verse maintenant le liquide et l'on règle l'opération de manière à avoir une flamme de 5 à 6 millimètres de longueur.



» La plus grande partie de l'arsenic se dépose à l'état d'acide arsénieux dans le tube à combustion, et forme un léger nuage sur les parois du tube, quand l'arsenic est en très petite quantité dans les liqueurs essayées; une petite partie est entraînée et vient se condenser avec la vapeur d'eau sur les parois du réfrigérant. L'ouverture pratiquée à l'extrémité inférieure du condensateur permet de laisser écouler cette petite quantité de liquide et de la recueillir dans une capsule.

» Quand l'opération est achevée, on enlève le tube à combustion, on fait bouillir dans ce tube quelques gouttes d'acide nitrique ou d'eau régale que l'on verse dans la petite capsule qui a servi à recueillir l'eau condensée, et l'on évapore à sec; le résidu desséché est mélangé avec une petite quantité de flux noir, quelques centigrammes au plus, puis introduit dans un petit tube effilé par l'ouverture. On étire maintenant cette ouverture à la lampe, on casse l'extrémité effilée, puis, après avoir fait tomber le mélange vers le fond de la partie renflée, on chauffe cette partie; l'arsenic réduit vient se condenser dans le tube effilé et y présente alors tous les caractères physiques de l'arsenic métallique. Il est clair qu'au lieu d'opérer ainsi, on peut se servir de la dissolution d'acide arsénique pour constater la réaction du nitrate d'argent, etc., etc.

» Vos Commissaires ont vu exécuter, avec cet appareil, plusieurs expériences dont les résultats ont été très nets.

» MM. Danger et Flandin ont fait beaucoup d'expériences pour chercher l'arsenic dans la chair et dans les os d'individus qui n'étaient pas morts empoisonnés, mais ils n'en ont jamais trouvé, pas plus que dans les terrains des cimetières. Nous décrirons en peu de mots le procédé général qu'ils ont suivi dans cette recherche. Ils ont carbonisé en vase clos les matières animales, en faisant passer les parties volatiles à travers un tube de porcelaine porté à la chaleur blanche; les produits liquides venaient se condenser dans un ballon et un flacon tubulé bien refroidi: quant aux gaz, on les amenait au moyen d'un tube dans un grand ballon où on les brûlait au milieu d'un courant d'air; les produits de la combustion se condensaient dans le ballon. La cornue de porcelaine dans laquelle était placée la matière était portée à la fin jusqu'à la chaleur blanche. L'opération terminée, on examinait à part tous les produits, on les traitait par les acides oxidants pour changer l'arsenic, s'il y en avait, en acide arsénique et l'on essayait ces liqueurs dans l'appareil de Marsh.

» MM. Danger et Flandin concluent de leurs expériences qu'il n'existe pas d'arsenic dans le corps de l'homme à l'état normal.

» En effet, vos Commissaires, dans les expériences qu'ils ont exécutées

et qui seront rapportées plus loin, n'ont pas réussi à mettre en évidence de l'arsenic dans les os de l'homme, malgré les précautions les plus minutieuses qu'ils ont prises et les méthodes variées qu'ils ont employées; et déjà M. Orfila lui-même n'a plus obtenu de taches arsénicales dans les expériences qu'il a faites devant nous.

» Votre Commission désirant se livrer à une étude complète de la question qui lui était soumise, a cherché, avant de commencer ses propres expériences, à apprécier par elle-même les méthodes suivies actuellement dans la médecine légale. M. Orfila a bien voulu consacrer plusieurs séances à mettre sous ses yeux les principaux faits annoncés dans ses mémoires. Les expériences qui ont été faites dans le laboratoire de l'École de Médecine sont les suivantes :

» 1re *Expérience.* — Un appareil de Marsh, en activité pendant une heure et demie jusqu'à ce que la flamme se soit éteinte d'elle-même, après la dissolution totale du zinc, n'a pas fourni une seule tache arsénicale.

» 2e *Expérience.* — Un autre appareil qui fonctionnait depuis une demi-heure environ et qui ne donnait point de taches, en a fourni à l'instant même où l'on a introduit dans le bocal une goutte de dissolution d'acide arsénieux.

» 3e *Expérience.* — Un chien à l'état normal a été tué par strangulation. On a desséché le foie, la rate, les reins, le cœur et les poumons. Le produit sec a été carbonisé par l'acide nitrique pur marquant 41°. Le charbon obtenu a été traité pendant vingt minutes avec de l'eau distillée bouillante. La liqueur filtrée, introduite dans un appareil de Marsh préalablement essayé, n'a pas fourni la plus légère tache.

» 4e *Expérience.* — La moitié du foie d'un chien empoisonné par 12 grains d'acide arsénieux dissous dans l'eau (œsophage lié), ayant été traitée par l'acide nitrique, après dessiccation, de la même manière que dans l'expérience n° 3, le charbon, bouilli avec de l'eau distillée, a donné une liqueur qui, dans un appareil de Marsh préalablement essayé, a fourni aussitôt de nombreuses taches arsénicales bien caractérisées. Le chien avait vécu deux heures trois quarts.

» 5e *Expérience.* — Un chien a été empoisonné avec 12 grains d'émétique dissous dans l'eau (œsophage lié); au bout de trois heures et demi l'animal n'étant pas mort, on l'a pendu. Le foie, séparé avec le plus grand soin et sans léser le canal digestif, a été desséché et carbonisé par l'acide nitrique comme dans les expériences 3 et 4. Le charbon, traité pendant dix mi-

nutes seulement par de l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique, a fourni un liquide qui a donné des taches antimoniales nombreuses dans un appareil de Marsh.

» 6e *Expérience.* — On a fait bouillir pendant trois heures dans de l'eau distillée renfermant 30 grammes de potasse à l'alcool, 6 kilog. de chair musculaire de l'homme. Le décoctum, passé à travers un linge et dégraissé, a été évaporé presque à siccité; on a carbonisé le résidu par l'acide nitrique concentré. Le charbon, après avoir été traité pendant un quart d'heure avec de l'eau bouillante, a donné un liquide noirâtre que l'on a introduit dans un appareil de Marsh préalablement essayé. Quelques minutes après, on a obtenu des taches jaunâtres très larges, mais qui n'ont donné aucune des réactions de l'arsenic.

» 7e *Expérience.* — 384 grammes de nitre cristallisé du commerce, ont été décomposés à chaud par une quantité égale d'acide sulfurique pur; on a évaporé complétement à sec pour chasser l'acide nitrique, puis on a redissous dans l'eau le bisulfate de potasse formé. La dissolution placée dans un appareil de Marsh n'a pas donné la moindre tache.

» 8e *Expérience.* — La seconde moitié du foie du chien empoisonné par 12 grains d'acide arsénieux (quatrième expérience) a été traitée par l'eau bouillante, pendant trois heures, dans une capsule de porcelaine. Le liquide filtré et mélangé avec 16 grammes environ du nitre essayé dans la septième expérience, a été évaporé à sec. Le produit, après avoir été brûlé dans un creuset chauffé au rouge, a été redissous dans l'eau, et décomposé par l'acide sulfurique pur; le sulfate résultant de cette opération, introduit dans un appareil de Marsh préalablement essayé, a fourni de l'arsenic.

» 9e *Expérience.* — Le foie entier d'un cadavre humain traité de la même manière, a fourni un décoctum que l'on a mêlé avec du nitre, brûlé et décomposé comme il vient d'être dit. Le liquide obtenu par l'action de l'acide sulfurique n'a point fourni d'arsenic dans un appareil de Marsh, même au bout de trois quarts d'heure.

» 10e *Expérience.* — Un chien a été empoisonné à six heures du soir avec 4 grains d'acide arsénieux dissous dans 3 onces d'eau. L'œsophage et la verge sont liés. L'animal meurt dans la nuit. Le lendemain on détache la vessie et l'on en extrait environ 100 grammes d'urine, que l'on introduit dans un appareil de Marsh préalablement essayé. Presque immédiatement après, on obtient des taches arsénicales nombreuses. Ces taches sont jaunâtres, mais, par les réactifs, il a été facile de constater la présence de l'arsenic.

» 11e *Expérience.* — On a examiné l'urine d'un chien empoisonné par l'application de 3 grains d'acide arsénieux sur le tissu cellulaire sous-cutané de la cuisse. Cette urine fournit également bon nombre de taches arsénicales. Le chien avait vécu douze heures.

» 12e *Expérience.* — On a essayé dans l'appareil de Marsh 60 grammes environ d'urine extraite de la vessie d'un chien empoisonné avec 6 grains d'émétique dissous dans 100 grammes d'eau et introduits dans l'estomac. On a obtenu à peine quelques indices de taches antimoniales.

» 13e *Expérience.* — Environ 180 grammes d'urine extraite de la vessie d'un chien empoisonné par l'application de 3 grains d'émétique en poudre sur la cuisse de l'animal, sont évaporés à siccité et carbonisés par l'acide nitrique. La carbonisation a lieu avec flamme. Le charbon bouilli avec de l'acide chlorhydrique concentré, puis repris par l'eau acidulée, a donné une liqueur qui a fourni par le procédé de Marsh un grand nombre de taches antimoniales bleues et très larges. Le chien était resté pendant dix-huit heures environ sous l'influence du poison.

» Toutes ces expériences, dont les résultats ont été très nets, ont convaincu vos Commissaires de l'exactitude des faits énoncés par M. Orfila sur l'absorption de l'arsenic et de l'antimoine par les organes, et sur le passage du poison dans l'urine. Il est évident qu'il faut cependant, pour que cela ait lieu, que l'animal soit resté pendant un certain temps sous l'influence toxique du poison.

» Les expériences dont nous avons encore à parler ont été faites devant vos Commissaires par M. Orfila, dans le but de démontrer la présence de l'arsenic dans les os de l'homme à l'état normal.

» 14e *Expérience.* — Des os humains ont été calcinés sur une grille au-dessus du charbon, jusqu'à ce qu'ils aient pris une teinte grise : ils ont ensuite été pulvérisés et mis à digérer pendant trois jours avec de l'acide sulfurique concentré. On a étendu d'eau et séparé le sulfate de chaux par filtration. La liqueur introduite dans l'appareil de Marsh, n'a pas donné la moindre apparence de taches arsénicales.

» 15e *Expérience.* — Des os plus fortement calcinés, puis traités de la même manière, n'ont donné aucune tache dans l'appareil de Marsh.

» 16e *Expérience.* — Une nouvelle quantité d'os a été carbonisée dans une cornue de terre qui a été poussée à la fin de l'opération jusqu'au rouge : elle n'a pas donné non plus de taches arsénicales, après un traitement semblable à celui des deux expériences précédentes.

» Le résultat négatif, obtenu dans trois expériences par M. Orfila lui-même,

ne nous permettait cependant pas de conclure à l'absence de l'arsenic dans les os de l'homme. On sait en effet, que les acides arsénieux et arsénique sont facilement décomposés à la chaleur rouge par le charbon, même lorsque ces acides sont en combinaison avec une base forte, comme la chaux : il était par conséquent très peu probable que l'arsenic, s'il existait réellement dans les os, ne se fût pas dégagé pendant la carbonisation. Mais ces expériences étaient très importantes à nos yeux, parce qu'elles étaient faites exactement par le même procédé que celles d'après lesquelles on avait conclu à la présence de l'arsenic dans les os.

» Nous allons maintenant exposer les expériences que nous avons faites nous-mêmes pour éclaircir les différents points de la question.

I.

Expériences pour déterminer le degré de sensibilité du procédé de Marsh.

» Les expériences qui suivent ont eu pour but de déterminer le minimum d'acide arsénieux qui pouvait être mis en évidence par le procédé de Marsh. Pour cela, nous avons préparé une liqueur normale formée par 1 décigramme d'acide arsénieux dissous dans 1 litre d'eau distillée. 1 centimètre cube de cette liqueur, ou 1 gramme, renferme $\frac{1}{10}$ de milligramme d'acide arsénieux.

» 1re *Expérience*. — On a mis dans un appareil de Marsh 60 grammes de zinc en lames, 475 centimètres cubes d'eau, et 25 centimètres cubes d'acide sulfurique; en tout 500 centimètres cubes de liquide. L'air ayant été chassé du flacon par le gaz hydrogène, on a introduit 2 centimètres cubes de la dissolution d'acide arsénieux; la liqueur du flacon renfermait par conséquent environ $\frac{2}{5\,000\,000}$ de son poids d'acide arsénieux. Le gaz traversait un tube de 3 décimètres de longueur, rempli d'amiante. La flamme n'a donné aucune tache sensible, on l'a essayée un grand nombre de fois. Le tube d'amiante ayant été ôté et remplacé par un petit tube vide, on a eu immédiatement sur la porcelaine de petites taches grises miroitantes, qui se sont montrées constamment pendant un quart d'heure, puis elles ont faibli avec la flamme. Au bout d'une demi-heure, la flamme devenant plus faible encore, les taches sont devenues blanches. On s'est assuré que le gaz rougissait la teinture de tournesol quand il produisait ainsi des taches.

» Cette expérience prouve qu'il y a toujours des petites gouttelettes de

la dissolution qui sont entraînées avec le gaz, et qu'il est nécessaire pour les arrêter de faire passer le gaz à travers une colonne un peu longue d'amiante.

» 2e *Expérience.* — L'appareil étant disposé comme ci-dessus, avec les mêmes quantités de liquide acide et de zinc, nous avons introduit 3 centimètres cubes de la dissolution d'acide arsénieux, l'appareil étant muni du tube d'amiante. La flamme nous a donné deux petites taches extrêmement faibles. La liqueur renfermait $\frac{3}{5\,000\,000}$.

» 3e *Expérience.* — Avec 4 centimètres cubes de la dissolution d'acide arsénieux, par conséquent avec $\frac{4}{5\,000\,000}$ d'acide arsénieux, nous avons obtenu cinq ou six petites taches arsénicales plus prononcées.

» 4e *Expérience.* — Les mêmes proportions de liqueur additionnées de 5 centimètres cubes de la dissolution arsénicale, ont donné des taches nombreuses, bien caractérisées, pendant huit à neuf minutes. Ainsi le procédé de Marsh démontre d'une manière très nette la présence de $\frac{1}{1\,000\,000}$ d'acide arsénieux dans une liqueur.

» Nous avons voulu nous assurer si la sensibilité de l'appareil de Marsh dépendait de la quantité absolue d'acide arsénieux qui existait dans la liqueur, ou seulement du rapport de cette quantité à celle de l'eau qui la maintenait en dissolution. Pour cela :

» 5e *Expérience.* — Nous avons ajouté 6 centimètres cubes de la dissolution d'arsenic à 3 litres d'eau, ce qui nous donnait une liqueur à $\frac{1}{5\,000\,000}$. Cette liqueur, acidulée et mise en contact avec 170 grammes de zinc en lames, n'a pas donné de taches.

» 6e *Expérience.* — La même expérience faite avec 12 centimètres cubes de la dissolution arsénicale ($\frac{2}{5\,000\,000}$) n'a pas non plus donné de taches.

» Les taches n'ont commencé à devenir sensibles que quand on a ajouté 20 centimètres cubes de la dissolution arsénicale; c'est-à-dire que la limite de sensibilité se trouve la même que ci-dessus, par rapport à la nature de la liqueur.

» 7e *Expérience.* — On a éprouvé la dissolution arsénicale normale dans une très petite fiole contenant environ 40 grammes de liqueur :

» Avec 1 centimètre cube de la dissolution, par conséquent avec une liqueur à $\frac{1}{400\,000}$, nous avons eu quelques taches métalliques très fortes, mais en petit nombre;

» Avec $\frac{1}{10}$ de centimètre cube, c'est-à-dire avec $\frac{1}{4\,000\,000}$, nous n'avons pas eu de taches;

» Avec $\frac{15}{100}$ de centimètre cube, rien;

» Avec $\frac{2}{10}$ de centimètre cube, ou une liqueur à $\frac{1}{2000000}$, nous avons eu quelques taches jaunâtres.

» Il résulte évidemment de ces expériences, que les taches ne se montrent pas mieux avec de grandes quantités de liquide, qu'avec de petites quantités renfermant la même proportion d'arsenic, et qu'il y a avantage dans le procédé de Marsh à opérer sur des liqueurs concentrées, quand il s'agit de rendre sensibles de très petites traces d'arsenic. Les taches sont alors beaucoup plus fortes, mais elles se manifestent pendant moins longtemps.

II.

Expériences entreprises pour vérifier le procédé indiqué par M. Lassaigne.

» 8e *Expérience.* — On a traité dans un appareil de Marsh 500 grammes d'eau acidulée avec 12 centimètres cubes de la dissolution arsénicale, par conséquent une liqueur à $\frac{12}{5000000}$. Le gaz sortant de l'appareil a été amené dans un petit flacon renfermant une dissolution de nitrate d'argent; à ce flacon était adapté un petit tube effilé qui donnait issue au gaz. La dissolution de nitrate s'est bientôt troublée. Le gaz enflammé à l'extrémité du tube effilé n'a pas donné de tache sensible sur une soucoupe.

» 9e *Expérience.* — La même expérience faite sur une liqueur qui ne renfermait pas du tout d'acide arsénieux, a produit, au bout d'un certain temps, un trouble notable dans la dissolution de nitrate. Ainsi le zinc seul donne un hydrogène qui, sous l'influence de la lumière diffuse, agit sur le nitrate d'argent.

» 10e *Expérience.* — Une expérience faite en remplaçant le zinc par des petits clous de fer, a donné un dépôt beaucoup plus notable; mais il paraissait en grande partie formé de sulfure d'argent.

» 11e *Expérience.* — 2 centimètres cubes de la dissolution arsénicale ont été ajoutés à 500 centimètres cubes de liqueur acidulée; et celle-ci a été traitée par le procédé de M. Lassaigne. La dissolution de nitrate s'est troublée peu à peu. On a précipité ensuite la liqueur par l'acide chlorhydrique. On a filtré et évaporé à sec, le résidu repris par l'eau a été mis dans un petit tube de verre, disposé en appareil de Marsh; on a obtenu quelques taches brunes bien caractérisées. Ainsi le procédé de M. Lassaigne, employé comme moyen de concentration, a fait découvrir l'arsenic dans une liqueur qui n'en aurait pas manifesté par l'application du procédé ordinaire de Marsh (1re Expérience).

III.

» 12e *Expérience.* — 2 centimètres cubes de la dissolution arsénicale

normale ont été mêlés à 500 centimètres cubes de liqueur acidulée ($\frac{2}{5\,000\,000}$), puis placés dans un appareil de Marsh; on a fait arriver le gaz dans un tube rempli de fragments de verre mouillés, à travers lequel on a dirigé en même temps un courant plus rapide de chlore. Après l'expérience on a bien lavé le tube à l'eau distillée, puis on a rapproché la liqueur par évaporation. Cette liqueur essayée dans un très petit appareil de Marsh, a donné des taches arsénicales bien caractérisées.

» 13^e^ *Expérience.* — La même expérience, répétée en plaçant dans le tube une dissolution de chlorite de potasse préparée directement, a donné le même résultat.

» La dissolution de chlore ou d'un chlorite alcalin préalablement essayé peut donc retenir très bien l'arsenic, comme le nitrate d'argent, et servir à le mettre en évidence dans des liqueurs trop étendues pour donner des taches directement dans l'appareil de Marsh.

IV.

» 14^e^ *Expérience.* — 500 grammes d'eau additionnés de 2 centimètres cubes de la dissolution normale d'acide arsénieux, ont été placés dans un appareil de Marsh; on a fait passer le gaz à travers un tube peu fusible, que l'on a enveloppé de clinquant de cuivre et chauffé avec du charbon sur une longueur de $0^{m},16$. Un tube rempli d'amiante se trouvait interposé sur le passage du gaz. On a obtenu dans la partie antérieure du tube un anneau brun très prononcé d'arsenic.

» 15^e^ *Expérience.*—La même expérience, répétée sur 1 centimètre cube de dissolution arsénicale ($\frac{1}{5\,000\,000}$), a encore donné un anneau sensible.

» Le procédé de Marsh, employé avec la disposition indiquée par MM. Liebig et Berzélius et reproduite avec quelques modifications par MM. Kœppelin et Kampmann, de Colmar, rend donc sensibles de petites quantités d'arsenic qui ne suffisent pas pour produire des taches: il doit être préféré au procédé ordinaire.

» 16^e^ *Expérience.* — Le zinc et l'acide sulfurique pur que nous avons employés dans toutes nos opérations ne renfermaient pas d'arsenic, au moins en quantité assez considérable pour être manifesté par le procédé de Marsh, comme le démontrent suffisamment les expériences négatives qui se trouvent parmi celles que nous venons de citer. Nous avons voulu nous assurer si, en opérant sur des quantités de métal et d'acide beaucoup plus grandes que celles que l'on emploie dans les opérations ordinaires, on ne parviendrait pas à isoler une petite quantité d'arsenic. Pour cela on a placé dans un grand flacon 500 grammes de zinc en lames, et l'on a dissous ce zinc

complétement, mais lentement, par de l'acide sulfurique étendu. Le gaz qui s'est dégagé a été conduit dans un tube chauffé au rouge. L'appareil était disposé du reste de la manière indiquée (14ᵉ expérience). On n'a eu aucune tache arsénicale sensible. Le zinc a été complétement dissous; il ne restait plus que le petit résidu noir que l'on obtient toujours en dissolvant le zinc dans l'acide sulfurique étendu. Ce résidu n'a pas été examiné.

V.

» Nous ne rapporterons pas plusieurs expériences que nous avons faites sur des chiens empoisonnés par l'acide arsénieux. Ces expériences ont donné des résultats semblables à ceux que M. Orfila avait déjà obtenus devant vos Commissaires, et qui ont été décrits plus haut (expériences de l'École de Médecine).

VI.

» Les expériences suivantes ont été entreprises pour essayer le procédé de carbonisation par l'acide sulfurique proposé par MM. Danger et Flandin.

» 17ᵉ *Expérience.* — 2 milligrammes d'acide arsénieux ont été ajoutés à 200 grammes de chair musculaire placés dans une capsule de porcelaine, on a versé dessus 25 grammes d'acide sulfurique concentré, puis on a chauffé: la matière animale s'est dissoute en peu de temps. On a poussé l'évaporation jusqu'à ce que la matière se réduisît en un charbon, paraissant presque sec, en ayant soin de remuer continuellement avec une baguette de verre. Ce charbon a été traité par 25 grammes d'acide nitrique, qui a donné lieu à des vapeurs rutilantes; on a évaporé de nouveau, puis repris plusieurs fois par l'eau bouillante. Les liqueurs filtrées étaient très limpides et à peine colorées : elles ont donné dans l'appareil de Marsh un anneau métallique d'arsenic.

» 18ᵉ *Expérience.* — La même expérience répétée sur 500 grammes de mou de bœuf, auxquels on avait ajouté 2 milligrammes d'acide arsénieux, et que l'on a traités par 80 grammes d'acide sulfurique, a donné un anneau miroitant, aussi éclatant que dans l'expérience précédente.

» 19ᵉ *Expérience.* — 200 grammes de foie de bœuf, additionnés de 1 milligramme d'acide arsénieux, carbonisés de la même manière, ont donné un anneau d'arsenic encore bien caractérisé.

» 20ᵉ *Expérience.* — Nous avons voulu nous assurer si le procédé de carbonisation par l'acide sulfurique donnait une perte notable de l'arsenic renfermé dans la matière animale. Pour cela, nous avons fait une carbonisation en vase clos, en recueillant les produits qui passaient à la distil-

lation. 100 grammes de chair musculaire avec 2 milligrammes d'acide arsénieux, ont été placés dans une cornue tubulée munie de son récipient, puis on a ajouté 20 grammes d'acide sulfurique concentré; on a chauffé jusqu'à ce que la matière fût charbonnée, et même jusqu'à ce que le charbon parût à peu près sec; la liqueur acide qui était passée à la distillation, a été traitée dans un appareil de Marsh; elle a fourni une petite couronne brune extrêmement faible, au bout du tube chauffé. Le charbon de la cornue a donné au contraire une couronne métallique bien caractérisée.

» Cette expérience montre que dans la carbonisation par l'acide sulfurique, une petite portion seulement de l'acide arsénieux se perd; il est même probable que cette petite quantité provient, en grande partie, des projections de matière, que l'on n'évite jamais d'une manière absolue pendant la carbonisation. Il pourrait cependant arriver, qu'en desséchant trop fortement le résidu, on éprouvât une perte beaucoup plus notable; mais on évite complétement cet inconvénient en faisant la carbonisation, non pas dans une capsule découverte, mais dans une cornue de verre munie de son récipient. Le charbon qui reste dans la cornue doit être traité par un peu d'acide nitrique après avoir été bien broyé, desséché de nouveau, puis traité par de l'eau bouillante à laquelle on ajoute le liquide qui a passé à la distillation et qui a été recueilli dans le récipient (1).

» La carbonisation par l'acide sulfurique réussit d'ailleurs très facilement, sans embarras; on évite complétement les projections de matière pendant l'évaporation, en ne plaçant pas les charbons immédiatement audessous du fond de la cornue.

VII.

Expériences pour rechercher l'arsenic dans le corps de l'homme à l'état normal.

» 21ᵉ *Expérience.* — 1 kilogramme de chair musculaire a été carbonisé par l'acide nitrique; le charbon obtenu a été traité par l'eau bouillante; la liqueur essayée dans un appareil de Marsh n'a donné aucun dépôt au bout du tube chauffé.

» 22ᵉ *Expérience.* — 500 grammes de chair musculaire, carbonisés par l'acide sulfurique, n'ont également rien donné.

» 23ᵉ *Expérience.* — 500 grammes de chair musculaire ont été carbonisés

(1) Si la substance à carboniser renfermait beaucoup de chlorures, il serait à craindre que l'arsenic fût entraîné, pendant la décomposition par l'acide sulfurique; mais on le retiendra complétement en faisant la carbonisation dans une cornue munie d'un récipient, dont les parois ont été préalablement mouillées avec de l'eau.

par l'acide nitrique; le charbon repris par l'eau. A la liqueur filtrée sursaturée d'ammoniaque, on a ajouté du sous-acétate de plomb, qui a donné un précipité que l'on a séparé de la liqueur; ce précipité a été décomposé à chaud par de l'acide sulfurique: la liqueur un peu étendue, placée dans un petit appareil de Marsh, n'a donné aucune tache.

» 24e *Expérience.* — 1 kilogramme d'os humains ont été calcinés au noir sur une grille au-dessus du charbon. Ils ont été ensuite réduits en poudre et mis à digérer pendant huit jours avec de l'acide sulfurique concentré. On a étendu d'eau, fait chauffer, puis filtré pour séparer le dépôt de sulfate de chaux. La liqueur a été évaporée complétement à sec; le résidu traité par un peu d'acide nitrique, puis repris par l'eau. La liqueur n'a donné absolument aucune tache dans l'appareil de Marsh.

» 25e *Expérience.* — La même expérience faite sur 1 kilogramme d'os, mais plus fortement calcinés, n'a donné aucun résultat.

» Les expériences 24 et 25 ne prouvent pas, comme nous l'avons dit plus haut, qu'il n'existe pas d'arsenic dans les os de l'homme; car cet arsenic, s'il existait, se serait très probablement dégagé à l'état métallique pendant la calcination des os. C'est dans la vue de décider la question que nous avons entrepris les expériences suivantes:

» 26e *Expérience.* — 500 grammes d'os ont été mis à digérer dans de l'acide chlorhydrique pur, étendu de quatre fois son volume d'eau. La liqueur a été tenue à 40° environ pour faciliter la dissolution. Quand le phosphate de chaux a été complétement dissous, nous avons mis à part la gélatine. La dissolution chlorhydrique étendue d'eau a été décomposée par l'acide sulfurique, qui a précipité la presque totalité de la chaux à l'état de sulfate. On a repris par l'eau bouillante, filtré et lavé à plusieurs reprises le dépôt. Les liqueurs ont été évaporées à sec; le résidu, traité par un peu d'acide nitrique, desséché de nouveau, puis repris par l'eau, n'a rien donné avec l'appareil de Marsh.

» La gélatine carbonisée par l'acide nitrique a fourni une liqueur qui, traitée à part dans un appareil de Marsh, n'a donné absolument aucune tache.

» 27e *Expérience.* — La même expérience a été faite avec 1 kilogramme d'os. On a seulement carbonisé la gélatine par l'acide sulfurique. Le résultat a été négatif, comme dans la 26e expérience.

» 28e *Expérience.* — 500 grammes d'os ont été traités de la même manière; mais, au lieu d'essayer à part la liqueur provenant de la carbonisation de la gélatine, et celle provenant de la dissolution chlorhydrique des os, nous avons réuni ces deux liqueurs et nous les avons traitées dans le même appareil de Marsh: elles n'ont produit aucune tache.

» 29ᵉ *Expérience.* — Même expérience répétée sur 1 kilogramme d'os et même résultat.

» 30ᵉ *Expérience.* — On a ajouté à 500 grammes d'os, 2 milligrammes d'acide arsénieux, et on les a soumis au même traitement. Les liqueurs ont donné des taches arsénicales nombreuses.

» Sur ces entrefaites, MM. Danger et Flandin ayant annoncé à l'Académie qu'ils n'avaient pas trouvé d'arsenic dans le corps de l'homme à l'état normal, vos Commissaires ont prié ces messieurs de répéter sous leurs yeux l'expérience décrite dans leur Mémoire, en changeant seulement un peu la disposition de l'appareil.

» 31ᵉ *Expérience.*— 1 kilogramme d'os ont été placés dans une cornue de porcelaine disposée dans un fourneau à réverbère. Le col de cette cornue communique avec un large tube de porcelaine chauffé au blanc, qui communique lui-même avec un récipient tubulé refroidi avec de l'eau. A la seconde tubulure de ce récipient est adapté un tube qui amène les gaz dans un second tube de porcelaine plus étroit et chauffé dans un fourneau à reverbère. Le gaz se rend de là dans un flacon laveur, où il traverse une petite couche d'eau et est amené enfin dans un grand flacon, où on le brûle au milieu d'un courant d'air.

» Les tubes de porcelaine étant portés au rouge, on chauffe doucement la cornue et l'on produit une distillation ménagée que l'on règle d'après l'étendue de la flamme qui brûle à l'extrémité de l'appareil. L'opération a demandé sept ou huit heures. La cornue a été chauffée à la fin jusqu'au blanc.

» Le résidu de la cornue a été décomposé par l'acide sulfurique; les dépôts de charbon qui s'étaient formés dans le col de la cornue, dans les tubes de porcelaine et dans les récipients, ont été bouillis avec de l'eau régale et évaporés ainsi que l'eau condensée dans les flacons de l'appareil. Toutes ces liqueurs ont été réunies au liquide qui provenait du traitement du résidu des os resté dans la cornue : elles n'ont pas donné la moindre tache avec l'appareil de Marsh.

» Les expériences précédentes rendaient peu probable l'existence de l'arsenic dans le bouillon de bœuf. Nous avons cependant fait une expérience directe pour décider cette question.

» 32ᵉ *Expérience.* — 2 litres de bouillon ont été évaporés, le résidu carbonisé par l'acide sulfurique et l'acide nitrique : ils n'ont rien donné dans l'appareil de Marsh.

» 33ᵉ *Expérience.* — Du blé et plusieurs autres graines, provenant de

semences chaulées à l'acide arsénieux, et envoyés à l'un de nous par la Société d'Agriculture de Joigny (Yonne), ont été soumis à l'analyse dans la vue d'y reconnaître l'arsenic; mais aucune de ces graines n'en a fourni une quantité sensible.

Conclusions.

» Les expériences qui précèdent nous permettent de présenter les conclusions suivantes :

» 1°. Le procédé de Marsh rend facilement sensible $\frac{1}{1\,000\,000}$ d'acide arsénieux existant dans une liqueur; des taches commencent même à paraître avec une liqueur renfermant $\frac{1}{2\,000\,000}$ environ. (Expériences 1, 2, 3, 4.)

» 2°. Les taches ne se montrent pas mieux avec une grande quantité qu'avec une petite quantité de liqueur employée dans l'appareil de Marsh: bien entendu que l'on suppose dans les deux cas la même quantité proportionnelle d'acide arsénieux. Mais elles se forment pendant plus longtemps dans le premier cas que dans le second. Il résulte de là qu'il y a avantage à concentrer les liqueurs arsénicales et à opérer sur un petit volume de liquide: on obtient ainsi des taches beaucoup plus intenses. (Expériences 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.)

» 3°. Il est de la plus haute importance, quand on cherche à produire des taches au moyen de l'appareil de Marsh, d'interposer sur le passage du gaz un tube de 3 décimètres au moins de long, rempli d'amiante, ou, à son défaut, de coton, pour retenir les gouttelettes de la dissolution qui sont toujours entraînées mécaniquement par le gaz; autrement on est exposé à obtenir des taches d'oxisulfure de zinc qui présentent souvent l'aspect des taches arsénicales. (Expérience 1.)

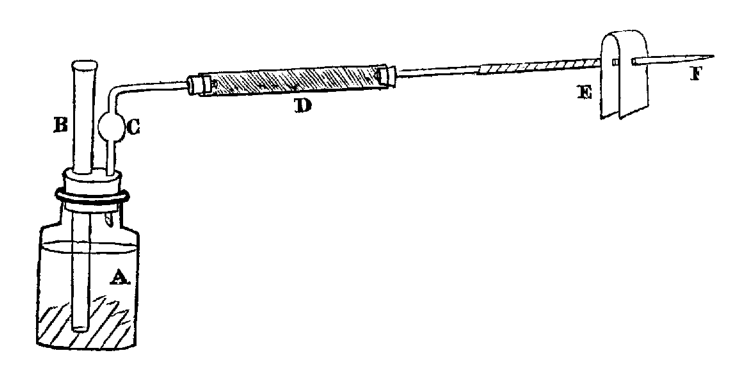
» 4°. Le procédé proposé par M. Lassaigne peut donner de bons résultats. Il consiste à faire passer le gaz hydrogène arsénical à travers une dissolution bien neutre de nitrate d'argent; à décomposer ensuite la liqueur par l'acide chlorhydrique; à l'évaporer pour chasser les acides, puis à essayer sur le résidu les réactions de l'arsenic. Il est surtout commode pour faire passer dans une petite quantité de liqueur une portion très minime d'arsenic qui existe dans un grand volume de liquide que l'on ne peut pas concentrer par évaporation, et permettre, par conséquent, en traitant la nouvelle liqueur arsénicale concentrée dans un très petit

appareil de Marsh, d'obtenir des taches beaucoup mieux caractérisées. Il faut seulement bien se garder de conclure à la présence de l'arsenic, de ce que la dissolution de nitrate d'argent se trouble, et de ce qu'elle donne un dépôt pendant le passage du gaz, ce dépôt pouvant avoir lieu par des gaz non arsénicaux, mélangés à l'hydrogène, et même par l'hydrogène seul, si l'on opère sous l'influence de la lumière. (Expériences 8, 9, 10, 11.)

» On peut remplacer la dissolution de nitrate d'argent par une dissolution de chlore ou par celle d'un chlorure alcalin. (Expériences 12, 13.)

» 5°. La disposition indiquée par MM. Berzélius et Liebig, et reproduite avec plusieurs modifications utiles par MM. Kœppelin et Kampmann, de Colmar, rend sensibles des quantités d'arsenic qui ne se manifestent pas, ou seulement d'une manière douteuse, par les taches. Cette disposition présente ensuite l'avantage de condenser l'arsenic d'une manière beaucoup plus complète : seulement il arrivera souvent que l'arsenic se trouvera mélangé de sulfure d'arsenic, ce qui pourra altérer sa couleur, surtout si la substance arsénicale existe en petite quantité.

» C'est à cette dernière disposition que vos Commissaires donnent la préférence pour isoler l'arsenic; ils pensent que l'appareil doit être disposé de la manière suivante :



» Un flacon à col droit A, à large ouverture, est fermé par un bouchon percé de deux trous. Par le premier de ces trous on fait descendre jusqu'au fond du flacon un tube droit B de 1 centimètre de diamètre, et dans l'autre on engage un tube de plus petit diamètre C recourbé à angle droit. Ce tube s'engage dans un autre tube plus large D, de 3 décimètres environ de lon-

gueur, rempli d'amiante. Un tube en verre peu fusible, de 2 à 3 millimètres de diamètre intérieur, est adapté à l'autre extrémité du tube d'amiante. Ce tube, qui doit avoir plusieurs décimètres de longueur, est effilé à son extrémité F; il est enveloppé d'une feuille de clinquant sur une longueur d'environ 1 décimètre.

» Le flacon A est choisi de manière à pouvoir contenir toute la liqueur à essayer, et à laisser encore un vide du cinquième environ de la capacité totale. On devra se rappeler cependant qu'il est important que le volume du liquide ne soit pas trop considérable, si l'on a à traiter une liqueur qui ne renferme que des traces de matière arsénicale. (Expériences 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.)

» Le tube de dégagement C est terminé en biseau à l'extrémité qui plonge dans le flacon, et il porte une petite boule en un point quelconque de la branche verticale. Cette disposition n'est pas indispensable, mais elle est commode, parce qu'elle condense et fait retomber dans le flacon presque toute l'eau entraînée, qui est en quantité assez considérable, quand le liquide s'est échauffé par la réaction.

» L'appareil étant ainsi disposé, on introduit dans le flacon quelques lames de zinc, une couche d'eau pour fermer l'ouverture du tube de sûreté; enfin on y verse un peu d'acide sulfurique. Le gaz hydrogène qui se dégage chasse l'air du flacon. On porte au rouge le tube dans la partie qui est enveloppée de clinquant, au moyen de charbons placés sur une grille. Un petit écran empêche le tube de s'échauffer à une distance trop grande de la partie entourée de charbons. On introduit ensuite le liquide suspect par le tube ouvert au moyen d'un entonnoir effilé, de manière à le faire descendre le long des parois du tube, afin d'éviter que de l'air ne soit entraîné dans le flacon. Si le dégagement du gaz se ralentit après l'introduction de la liqueur, on ajoute une petite quantité d'acide sulfurique, et l'on fait marcher l'opération lentement et d'une manière aussi régulière que possible.

» Si le gaz renferme de l'arsenic, celui-ci vient se déposer sous forme d'anneau en avant de la partie chauffée du tube. On peut mettre le feu au gaz qui sort de l'appareil, et essayer de recueillir des taches sur une soucoupe de porcelaine. On en obtient en effet quelquefois, quand on ne chauffe pas une partie assez longue du tube, ou lorsque celui-ci a un trop grand diamètre.

» On peut également recourber le tube et faire plonger son extrémité

dans une dissolution de nitrate d'argent, pour condenser au besoin les dernières portions d'arsenic.

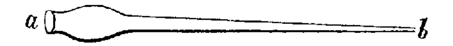
» L'arsenic se trouvant déposé dans le tube sous forme d'anneau, il est facile de constater toutes les propriétés physiques et chimiques qui caractérisent cette substance. Ainsi l'on vérifiera facilement :

» *Premièrement.* Sa volatilité;

» *Secondement.* Son changement en une poudre blanche volatile, l'acide arsénieux, quand on chauffera le tube ouvert aux deux bouts dans une position inclinée;

» *Troisièmement.* En chauffant un peu d'acide nitrique ou d'eau régale dans le tube, on fera passer l'arsenic à l'état d'acide arsénique très soluble dans l'eau. La liqueur, évaporée à sec avec précaution dans une petite capsule de porcelaine, donnera un précipité rouge-brique quand on versera dans la capsule quelques gouttes d'une dissolution bien neutre de nitrate d'argent;

» *Quatrièmement.* Après toutes ces épreuves, on peut isoler de nouveau l'arsenic à l'état de métal. Pour cela il suffit d'ajouter une petite quantité de flux noir dans la capsule où l'on a fait la précipitation par le nitrate d'argent, de dessécher la matière et de l'introduire dans un petit tube dont une des extrémités *b* est effilée, et dont on ferme l'autre extrémité *a* à la lampe, après l'introduction de la matière.



On fait tomber la matière dans la partie évasée et l'on porte celle-ci à une bonne chaleur rouge, l'arsenic passe à l'état métallique et vient former, dans la partie très étroite du tube, un anneau qui présente tous les caractères physiques de l'arsenic, même quand il n'existe que des quantités très petites de cette substance.

» 6°. Il est facile de trouver dans le commerce du zinc et de l'acide sulfurique qui ne manifestent pas d'arsenic dans l'appareil de Marsh, même quand on dissout des quantités considérables de zinc. (Expérience 16.) L'acide sulfurique que nous avons employé était de l'acide purifié par distillation, et le zinc était du zinc laminé en feuilles minces (1).

---

(1) Le zinc laminé doit être préféré au zinc en plaques du commerce : le laminage auquel il a été soumis est déjà une garantie de sa pureté. Le zinc laminé doit être

» Dans tous les cas il est indispensable que l'expert essaye préalablement avec le plus grand soin toutes les substances qu'il doit employer dans ses recherches. Nous pensons même que quelques essais préliminaires ne donnent pas une garantie suffisante, et qu'il est nécessaire que l'expert fasse en même temps, ou immédiatement après l'expérience sur les matières empoisonnées, une expérience toute semblable à blanc, en employant tous les mêmes réactifs et en mêmes quantités que dans l'opération véritable.

» Ainsi, s'il a carbonisé les matières par l'acide sulfurique et par l'acide nitrique, il devra évaporer dans des vases semblables des quantités tout-à-fait égales d'acides, reprendre par le même volume d'eau; en un mot, répéter dans l'expérience de contrôle, sur les réactifs seuls, toutes les opérations qu'il a faites dans l'expérience véritable.

» 7°. Les procédés de carbonisation des matières animales par l'acide nitrique ou le nitrate de potasse peuvent réussir d'une manière complète; mais il arrive cependant quelquefois qu'on n'est pas maître d'empêcher une déflagration très vive à la fin de l'expérience: cette déflagration peut donner lieu à une perte notable d'arsenic. La carbonisation par l'acide sulfurique concentré et le traitement du charbon résultant par l'acide nitrique ou l'eau régale, nous paraît préférable dans un grand nombre de cas. Ce procédé, donné par MM. Danger et Flandin, exige l'emploi d'une quantité beaucoup moindre de réactif; il est toujours facile à conduire, et quand il est convenablement exécuté, ce procédé ne donne lieu qu'à une perte très faible d'arsenic, comme cela résulte de nos expériences (17, 18, 19 et 20). On évitera toute chance de perte en faisant la carbonisation dans une cornue de verre munie de son récipient, comme nous l'avons recommandé plus haut (Expérience 20).

» 8°. Il est de la plus haute importance que la carbonisation de la matière organique soit complète; sans cela on obtient non-seulement une liqueur qui mousse dans l'appareil de Marsh, mais cette liqueur peut donner des taches qui présentent quelquefois dans leur aspect de la ressemblance avec les taches arsénicales. Ces taches, qui ont été observées d'abord par M. Orfila, et qu'il a désignées sous le nom de *taches de crasse* (Mémoires sur l'Empoisonnement, page 37), se produisent souvent en grande

---

préféré au zinc grenaillé, parce qu'il présente moins de surface et donne un dégagement d'hydrogène plus facile à régulariser.

abondance quand la matière organique n'a été que partiellement détruite. Ces taches, qui proviennent de gaz carbonés, partiellement décomposés dans la flamme, se distinguent du reste facilement par les réactions chimiques, des taches arsénicales. Mais elles pourraient donner lieu à des méprises très graves, si l'expert se contentait des caractères physiques des taches.

» 9°. Quant à l'arsenic que l'on avait annoncé exister dans le corps de l'homme à l'état normal, toutes les expériences que nous avons faites, tant sur la chair musculaire que sur les os, nous ont donné des résultats négatifs.

» 10°. La Commission, résumant les instructions contenues dans ce Rapport, pense que le procédé de Marsh, appliqué avec toutes les précautions qui ont été indiquées, satisfait aux besoins des recherches médicolégales dans lesquelles les quantités d'arsenic, qu'il s'agit de mettre en évidence, sont presque toujours très supérieures à celles que la sensibilité de l'appareil permet de constater. Bien entendu qu'il doit toujours être employé comme un moyen de concentrer le métal pour en étudier les caractères chimiques, et qu'on devra considérer comme nulles, ou au moins comme très douteuses, les indications qu'il fournirait, si le dépôt qui s'est formé dans la partie antérieure du tube chauffé, ne permettait pas à l'expert, à cause de sa faible épaisseur, de vérifier d'une manière précise les caractères chimiques de l'arsenic.

» Nous ajouterons que dans le plus grand nombre des cas d'empoisonnement, l'examen des matières vomies ou de celles qui sont restées dans le canal intestinal, convaincra l'expert de la présence du poison, et qu'il n'aura à procéder à la carbonisation des organes que dans les cas où les premiers essais auraient été infructueux, ou dans ceux très-rares où les circonstances présumées de l'empoisonnement lui en indiqueraient la nécessité.

» 11°. Vos Commissaires, prenant en considération l'importance de la question, les efforts que MM. Danger et Flandin ont faits pour éclairer l'emploi de l'appareil de Marsh, vous proposent de les remercier pour leurs diverses communications.

» Ils pensent que l'Académie doit également des remercîments à MM. Lassaigne, Kœppelin et Kampmann pour les modifications utiles qu'ils ont apportées au procédé de Marsh. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

M. **Magendie** demande la parole et s'exprime ainsi :

« Le Rapport fort remarquable que vous venez d'entendre rappelle un fait physiologique qui domine toute la question des empoisonnements. C'est que les matières vénéneuses, quelque irritantes, quelque caustiques même qu'elles soient, sont absorbées, circulent avec le sang et vont se répandre ainsi dans tous les organes; tantôt pour y séjourner, tantôt simplement pour les traverser et sortir bientôt par les divers émonctoires, tels que les reins ou le poumon. Le rapporteur a semblé regarder ce fait comme nouveau et l'attribuer à l'un des auteurs dont il a si bien analysé les travaux. Mais il n'en est rien; le fait est très-anciennement connu, je l'ai établi dans mes premiers Mémoires à l'Académie. J'ai même donné la théorie de cette absorption, qui se fait dans tous les points du corps où il y a des vaisseaux sanguins. C'est un phénomène purement physique dont on connaît parfaitement le mécanisme. Quant à aller rechercher à l'aide de moyens très délicats, d'un emploi difficile, la présence des matières absorbées dans les tissus pour en déduire des conclusions qui s'appliqueraient à la médecine légale, M. Magendie regarde ce genre d'investigation, où les hommes les plus habiles peuvent aisément s'abuser, comme offrant les plus graves inconvénients et pouvant entraîner des erreurs funestes dans les décisions de la justice. »

CORRESPONDANCE.

HISTOIRE NATURELLE. — *Cryptogames développées, pendant la vie, à la surface interne des poches aériennes d'un* CANARD EIDER, Anas mollissima, *Latham.* — Extrait d'une Lettre adressée de Caen à M. *Audouin* par M. **Eudes Deslonchamps**, professeur de Zoologie à Caen.

M. **Audouin** fait précéder la communication de M. Eudes Deslonchamps par quelques remarques; nous les reproduisons d'après la Note que M. Audouin nous a remise.

« Un grand intérêt scientifique s'attache aujourd'hui au phénomène de » la croissance de végétaux cryptogames sur des animaux vivants. Cet in- » térêt date de la découverte de M. Bassi, de Lodi, et du botaniste, son » compatriote, M. Balsamo, de Milan, qui les premiers ont fait connaître, » en 1835, la nature végétale de cette matière blanche recouvrant le cadavre » des vers à soie, à la suite d'une maladie qui était connue depuis long- « temps sous le nom de *muscardine*.

» M. Audouin rappelle que M. Bassi, voulant connaître son opinion sur ce « grave sujet, lui envoya une chrysalide de *Bombyx Mori* muscardinée. Cet » envoi, reçu en parfait état de conservation, lui donna les moyens de com- » mencer, en 1836, et de suivre, en 1837, des expériences nombreuses sur » ce terrible fléau, et le conduisirent à développer sous tous les points de » vue de l'anatomie, de la physiologie et de la pathologie, les phénomènes » qui se succédaient dans l'envahissement, dans la marche et dans la ter- » minaison de la maladie. Il put suivre aussi, dans ses moindres détails, la » métamorphose du tissu graisseux de l'insecte en radicelle ou *thallus* de » la Cryptogame nouvelle, le *Botrytis bassiana*, qui est très certainement » la seule cause de la maladie. Ce travail, qui a donné lieu aux deux Mé- » moires présentés à l'Académie par M. Audouin, a été jugé favorable- » ment par M. Dutrochet dans un Rapport dont l'Académie a admis les » honorables conclusions, qui reconnaissaient que ces recherches, exé- » cutées sur un plan très différent de celui de M. Bassi, décidaient sur » tous les points, même les plus ardus, la question. Depuis cette époque, » un grand nombre de médecins ont fixé leur attention sur les animaux de » l'embranchement des vertèbres, et ont publié plusieurs observations se » rapprochant sous plusieurs rapports de celles faites sur la *muscardine* des » insectes, par M. Audouin. La Lettre que M. Eudes Deslongchamps lui a » adressée appartient évidemment à ce genre de recherches. »

« Je viens d'observer, mon cher confrère, une matière végétale parfaitement caractérisée développée à la surface d'une membrane animale, et dont le développement a eu lieu, à n'en pas douter, pendant la vie de l'oiseau qui a présenté ce singulier phénomène.

» Cette observation a piqué d'autant plus vivement ma curiosité, que je ne connaissais rien de semblable dans les animaux vertébrés, et que d'un autre côté l'établissement d'un végétal vivant sur un animal vivant me semble un fait de nature à intéresser au plus haut point la physiologie générale et la philosophie naturelle.

» La muscardine, dont vous avez décrit si exactement la nature, est sans aucun doute, en tant que végétal enté sur un animal, un phénomène de même ordre que les moisissures développées à l'intérieur des poches aériennes de mon eider; mais je ne crois pas qu'il y ait dans les deux cas identité parfaite.

» Au reste vous en jugerez beaucoup plus sainement que je n'ai pu le

faire si vous voulez bien prendre connaissance des remarques suivantes, ainsi que des dessins et des pièces qui les accompagnent (1).

» Je tracerai en peu de mots l'historique de mon eider et les symptômes qui ont précédé sa mort; mais, avant de présenter ces détails, je ferai connaître quelques particularités relatives aux eiders de nos côtes de la Manche.

» Pendant la saison rigoureuse, les pêcheurs de notre littoral tendent à marée basse de grands filets de forme carrée, qu'ils maintiennent dans une position horizontale et à une certaine distance de la surface du sable, pour prendre dans cet appareil, lors du retour du flot, certains oiseaux palmipèdes, tels què milouinans, macreuses, morillons, etc., qui se nourrissent particulièrement de donaces et autres petits mollusques vivant dans le sable. Ces oiseaux plongent obliquement pour chercher dans le sable leur nourriture; en revenant à la surface de l'eau afin de respirer, ils sont arrêtés par le filet sous lequel ils se sont engagés. Les eiders, que l'on voit quelquefois sur nos côtes, viennent se faire prendre sous ces sortes de filets. Lorsque les pêcheurs vont à mer basse visiter leurs appareils, ils y trouvent presque toujours les macreuses et les milouinans noyés. Les Eiders, au contraire, s'y rencontrent presque toujours vivants, et ils échapperaient très aisément à l'investigation des pêcheurs, si ceux-ci n'y regardaient de très près. Voici comment les eiders parviennent à se cacher : quand il ne reste presque plus d'eau sur le sable où est situé le filet qui le retient prisonnier, l'oiseau se met à piétiner rapidement sur la place où il se trouve; pendant cette opération le sable fuit pour ainsi dire sous ses pieds, une fosse se creuse, l'oiseau s'y enfonce de plus en plus, et bientôt le sable suspendu par l'eau revient sur le dos de l'eider, qui finit par s'ensabler si bien, qu'il ne reste dehors que la mandibule supérieure et le sommet de la tête. Je tiens ces renseignements du garde-pêche de la côte d'Ouistreham, homme fort intelligent.

» Au mois de décembre dernier on donna à l'un de mes amis, M. le docteur Blot, qui habite la campagne à peu de distance de la mer, un eider vivant qui venait d'être pris dans un filet à macreuses. Son plumage annonçait une femelle ou un jeune mâle; il n'était nullement farouche : on le laissa aller dans la basse-cour avec d'autres canards-poules, et il fut bientôt accoutumé à ses nouveaux compagnons. Il était presque toujours à l'eau;

(1) Les pièces et les dessins ont été mis sous les yeux de l'Académie, et ces derniers paraîtront dans les *Annales des Sciences naturelles*, partie zoologique.

lorsque la mare fut gelée, on cassait la glace pour qu'il pût se baigner.

» Au printemps suivant il changea de plumage: on put juger alors que c'était un jeune mâle.

» Trois semaines ou un mois avant sa mort il paraissait moins actif qu'à l'ordinaire; il mangeait moins et n'allait presque pas à la mare. On le voyait alors allonger souvent le cou, étaler ses ailes comme s'il eût respiré difficilement; bientôt cette gêne de la respiration fut très manifeste. La pauvre bête appuyait à terre l'extrémité de ses ailes étendues et faisait de grands efforts pour faire pénétrer l'air dans sa poitrine: en tenant l'oiseau entre les mains, on sentait facilement les fortes contractions musculaires qu'il exerçait pour dilater ses cavités aériennes. On s'aperçut également qu'il était devenu fort maigre, de très gras qu'il était auparavant. Le 2 juillet 1840, M. Blot, n'apercevant point son eider dans la cour, le trouva mort dans l'endroit où il se retirait ordinairement pendant la nuit: il était encore chaud. Il me fut envoyé le jour même, et je procédai immédiatement à sa dissection. Comme mon but était d'étudier le cœur et les gros vaisseaux et de reconnaître les particularités qu'ils pourraient présenter, j'employai toutes les précautions pour ne déranger aucuns rapports. Les sacs aériens furent largement ouverts. Je fus fort surpris de trouver leurs parois tapissées de nombreuses plaques de moisissure. La plupart de ces plaques étaient circulaires, relevées en saillie, surtout à leur centre. Il y en avait de diverses grandeurs, depuis 2 ou 3 millimètres jusqu'à quelques centimètres. Les plus grandes avaient une circonférence irrégulière et résultaient manifestement de la confluence de plusieurs plaques voisines dont les centres saillants laissaient deviner les divers points où elles s'étaient primitivement développées. Quoique plus nombreuses sur les parois du thorax, les plaques de moisissure se montraient partout où la membrane séro-muqueuse des cavités aériennes se prolonge: ainsi il y en avait sur les reins, sur les intestins, sur les os du bassin, dans les prolongements des sacs aériens qui se rendent aux membres antérieurs. Mais il n'y en avait pas à la surface externe du péricarde, ni sur les gros vaisseaux. Il n'y en avait pas non plus dans la trachée-artère, ni dans le larynx inférieur; mais ceux des canaux bronchiques qui traversent directement les poumons pour s'ouvrir dans les sacs aériens en étaient couverts. Les canaux du côté gauche étaient tout tapissés de moisissures déjà anciennes et en pleine maturité, car leurs sporules étaient très développées, fortement colorées en vert sale et réunies en capitules portés sur des filaments droits. Il ne m'a pas paru que celles des ramifications bronchiques qui

se terminent dans la substance des poumons fussent affectées de moisissures; du moins les poumons, quoique un peu gorgés de sang, étaient perméables à l'air insufflé, surnageaient (étant plongés dans l'eau) et n'offraient ni tubercules, ni ulcérations. D'après l'état de maturité avancée des moisissures des bronches gauches, je serais porté à croire que c'est dans ce point que l'affection a paru d'abord, et que de là elle s'est propagée de proche en proche, vu que les sacs aériens du côté gauche contenaient des plaques plus nombreuses et plus grandes que ceux du côté droit dont les moisissures paraissent très récentes et sans teinte verdâtre (1).

» La membrane qui sert de séreuse aux parois du thorax et de l'abdomen ainsi qu'aux organes contenus dans ces cavités, et qui est en même temps un prolongement de la muqueuse de la trachée-artère et des bronches, était, sous les plaques larges et anciennes de moisissures, épaissie, rouge et assez fortement injectée de sang. Je détachai, par la dissection, un lambeau assez considérable de cette séro-muqueuse, et le plaçant, par sa face externe, sur un corps arrondi, afin d'étudier plus aisément les moisissures, je reconnus que l'on pouvait facilement enlever les plaques tout entières : une couche jaunâtre, résistante, très mince à la circonférence et d'autant plus épaisse au centre qu'elle appartenait à des moisissures plus anciennes et plus largement étendues, était interposée entre la surface de la séro-muqueuse et les petites Cryptogames auxquelles elles servait pour ainsi dire de sol. L'adhérence de la couche jaunâtre à la membrane, quoique intime, ne m'a pas paru ni celluleuse, ni vasculaire, mais résulter de la juxtaposition de deux surfaces finement granuleuses, à configuration réciproque; mode d'adhérence qui a beaucoup de rapport avec celui de la membrane épidermique de l'intérieur du gésier des oiseaux et qui se détruit de la même manière.

» Ces couches jaunâtres m'ont paru n'avoir aucune organisation : mises dans l'eau bouillante et dans l'acide azotique, elles ne s'y sont point dissutes; elles me semblent de nature albumineuse, enfin de véritables fausses membranes, développées par suite de l'irritation de la membrane vasculaire et vivante à laquelle elles adhèrent, et sécrétées par elle.

---

(1) Il est à croire que la respiration, quoique gênée par la présence des moisissures dans les canaux du côté gauche, se faisait encore suffisamment pour entretenir la vie, tant que ceux du côté droit n'ont pas été affectés; mais aussitôt qu'ils sont devenus le siége de la moisissure, l'animal est mort asphyxié.

» Sous les grandes plaques de moisissures, la membrane séro-muqueuse était à peu près uniformément rouge et épaissie. Sous les petites on voyait, vers le centre, un réseau vasculaire fort développé, entouré d'une zone où les vaisseaux s'apercevaient à peine ; en dehors de la zone les ramifications vasculaires redevenaient visibles, mais moins serrées qu'au centre. La couche albumineuse mycifère ne dépassait pas la circonférence extérieure de la zone.

» Les moisissures étaient d'un blanc mate sur les petites plaques ; les grandes étaient, dans leur centre, d'une couleur cendrée verdâtre assez irrégulièrement distribuée : le reste était blanc. Étudiées à la loupe et au microscope, elles paraissent consister en des filaments transparents, non articulés, peu ou point ramifiés, formant un feutrage inextricable d'autant plus serré et à filaments d'autant plus fins qu'on les examine plus près de la couche albumineuse qui leur sert de soutien et où ils ont à peine un deux-centième de millimètre de diamètre, tandis qu'à la surface externe de la plaque ils ont presque le double. Partout, dans cette masse feutrée, existent en quantité immense de petites vésicules globuleuses ou ovoïdes, d'un diamètre égal à celui des filaments : ce sont sans doute des sporules ; elles sont blanches sur les parties blanches et d'un cendré verdâtre sur celles de cette couleur. Dans les portions les plus serrées du feutre ces sporules en remplissent les intestins ; là où les filaments sont moins serrés, les sporules sont rangées à la file les unes des autres, tantôt d'un seul côté, tantôt des deux côtés opposés de chaque filament. Sur un petit nombre de plaques de moisissures les plus anciennes, un certain nombre de filaments, redressés, étaient isolés du feutre et se terminaient par une agglomération arrondie de sporules verdâtres. En soumettant à un fort grossissement ces filaments redressés, j'ai vu, parmi ceux qui soutenaient des sporules capitulées, d'autres terminés par un disque aplati, bordé, qui m'a paru être le mode de terminaison des filaments devenu apparent par la chute des sporules. J'ai vu encore ceux-ci rassemblés et formant des mailles irrégulières à la surface des plaques de moisissures, ou bien des masses cylindroïdes.

» Quelque soin que j'aie mis à chercher si les filaments envoyaient des fibres radiculaires dans l'épaisseur de la couche albumineuse, en coupant celle-ci perpendiculairement ou parallèlement à son épaisseur, je n'ai pu voir rien de précis à cet égard.

» Quelques questions se présentent naturellement à l'esprit touchant le genre de relations que doivent avoir les moisissures avec la fausse membrane qui les supporte. Se sont-elles développées après la sécrétion de

celle-ci, trouvant là, comme par hasard, une matière d'origine organique, mais non vivante, et analogue à celles sur lesquelles elles se développent si fréquemment à l'air libre? Les moisissures ont-elles précédé la formation de la fausse membrane, qui ne se serait produite que par suite de l'irritation, plus ou moins longue, excitée à la surface de la membrane normale et vivante par les radicelles des moisissures? Ou bien les moisissures et la fausse membrane se sont-elles propagées simultanément?

» Ce dernier mode, ou la coïncidence dans le développement, me paraît être l'expression du phénomène. En effet: 1° je n'ai aperçu sur aucun point la moindre trace de fausse membrane qui ne fût déjà toute couverte de moisissures plus ou moins avancées; 2° je n'ai pas vu non plus le moindre vestige de moisissures qui ne fût séparé de la surface vasculaire par une fausse membrane, et l'épaisseur de celle-ci était toujours en rapport avec l'étendue et l'état plus ou moins avancé de la Cryptogame.

» De l'exclusion des deux modes précédents il me paraît résulter que lorsqu'une sporule de moisissure, ou toute autre cause propagatrice de cette végétation singulière, s'est fixée à la surface de la membrane vivante, le lieu excité est devenu aussitôt le siége du dépôt d'un point albumineux sur lequel la moisissure a commencé à s'accroître; celle-ci, étendant ses fibrilles vers une circonférence indéfinie, a entraîné, de la part de la séro-muqueuse, la formation d'une fausse membrane dont l'extension a été la même que celle de la plante. De nouvelles couches albumineuses s'ajoutant, par-dessous, aux premières formées et les dépassant successivement, explique la plus grande épaisseur du centre des couches.

» Il me paraît certain également que la substance végétale n'a nulle part de connexion immédiate avec le tissu animal vivant; il n'y a pas de soudure, greffe ou prolongement de l'une à l'autre, pas plus qu'implantation de l'une dans l'autre. L'interposition d'une matière animale non vivante, du moins comme une membrane normale vasculaire, paraît donc être nécessaire pour que la matière végétale ait pu prendre naissance et s'accroître. C'est surtout en cela que les moisissures dont je parle me paraissent s'éloigner de la muscardine; car, si je ne me trompe, il résulterait des recherches de M. Audouin qu'elle se développe sans intermédiaire sur le tissu animal (1).

---

(1) La muscardine, ou plutôt la Cryptogame qui constitue cette maladie, se développe par ses radicelles, ou, pour parler plus exactement, par son *thallus*, qui croît aux dépens

» La rareté du fait, sujet de mon observation, paraîtrait donc tenir plutôt à la difficile réunion de circonstances propres à favoriser la formation de fausses membranes sur une membrane vivante en contact avec l'air, *sous l'influence de l'excitation déterminée par des sporules de moisissures*, qu'à tout autre raison physiologique ou pathologique. Les grandes cavités aériennes des oiseaux dont les parois sont distantes et presque toujours libres de tout contact, offrent cependant les conditions les plus favorables; mais comment se fait-il que les oiseaux de basse-cour, par exemple, ne soient point atteints de moisissures (1), eux qui séjournent dans des lieux où ces productions végétales sont abondantes, qui avalent souvent des corps qui en sont tout couverts, eux enfin dont les voies aériennes doivent être si fréquemment exposées au contact des sporules suspendues dans l'air?

» L'influence de notre climat, méridional relativement aux pays qu'habitent les eiders, est sans doute entrée comme élément essentiel de l'affection éprouvée par mon oiseau; mais il est impossible, je crois, de bien déterminer la part qui lui revient. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Trombe observée dans le midi de la France.*

« M. **de Gasparin** communique à l'Académie l'extrait d'une Lettre de M. Aug. de Gasparin son frère, datée d'Orange :

« Le 30 mai une trombe terrible, partie du Languedoc, dévasta l'île de la » Piboulette, arracha les arbres ou les tordit sur place, traversa le sud du » territoire d'Orange, et ayant atteint la ville de Courthezon, renversa une » partie de ses remparts, que j'ai été voir aujourd'hui; ils furent soulevés » et jetés au-delà de la petite rivière qui les borde, sans laisser les débris » dans la rivière, et portés en masse au-delà dans une prairie, où ils furent » posés debout. On les enlevait aujourd'hui. Un homme fut jeté à 25 pieds » de distance et brisé contre un mur. »

» J'ajouterai à cette Lettre que le même jour un orage, avec grêle et tonnerre, avait éclaté dans le département du Gard, d'où venait la trombe;

---

du tissu graisseux, en détruisant ses globules, et finit par en occuper toute la place, ce qui amène la mort subite du ver à soie et le durcissement de son cadavre. (*V. Audouin.*)

(1) Au reste, il me paraît impossible d'admettre que de pareilles épigénies soient aussi rares que le silence des observateurs pourrait le faire croire. On néglige presque toujours de rechercher, par la dissection, la cause de la mort d'animaux sur lesquels la médecine vétérinaire n'a pas de prétentions. Le hasard seul amène des découvertes analogues à la mienne.

que le vent soufflant des quatre points de l'horizon, soulevait d'énormes tourbillons de poussière; qu'ensuite le sud ayant pris le dessus, il s'amoncela d'énormes nuages au sud-ouest, d'où tombèrent d'abord de grosses gouttes de pluies; et qu'enfin une grêle effroyable, dont les grêlons avaient jusqu'à deux fois la grosseur d'une noix, ravagea les vignes et les fourrages dans tous les lieux où elle passa. Ces détails sont tirés du *Courrier du Gard* du 4 juin.

» Il paraît que c'est ce même orage qui, dans sa marche, a traversé le département de Vaucluse de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est, et qui s'y est manifesté sous la forme de trombe.

» En effet, le même journal nous donne, dans son numéro du 11 juin, les détails suivants, tirés d'une lettre datée de Caderousse, près d'Orange :

« Dimanche dernier (30 mai), entre 5 et 6 heures du soir, nous avons » été témoins d'un phénomène effrayant et terrible. Des nuages noirâtres » sortis des montagnes du Languedoc, d'autres venus du côté d'Orange » (de l'est et de l'ouest), se sont amoncelés entre Saint-Estine et Mernas. » Une trombe enflammée sortie de leur sein a suivi le cours du Rhône, » faisant entendre un roulement épouvantable et jetant autour d'elle des » grêlons de la grosseur d'un œuf. La colonne a traversé les îles Gramont » (l'île de la Piboulette) et le territoire de Caderousse, foulant le semis, ar- » rachant et renversant les arbres, enlevant la toiture des maisons.... Les » habitants de la campagne, surpris par l'orage, voyaient avec effroi de » grosses branches d'arbres voltiger en tourbillons dans les nuées. La co- » lonne *électrique* a passé trois fois le Rhône; elle a arraché sur l'autre » bord un peuplier énorme, que deux hommes pouvaient à peine em- » brasser, et pesant plus de 10000 kilogrammes. Un gros bateau de pêche » aux aloses, amarré par une chaîne de fer, a été enlevé sans qu'on sache ce » qu'il est devenu. »

» J'espère pouvoir donner plus tard à l'Académie des détails plus circonstanciés, quant à la marche du phénomène et aux circonstances atmosphériques qui l'ont accompagné. J'observerai seulement que les jours qui l'ont précédé ont été remarquables, dans toute la région méridionale, par une succession d'orages. Les 25, 26, 27, 28, dans le département de l'Ardèche, et le 30, jour de notre trombe, on signala un orage remarquable à Toulouse et dans les environs. L'état électrique de l'atmosphère se serait donc étendu à une vaste surface de pays. »

La séance est levée à 5 heures. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 23, in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. GAY-LUSSAC, ARAGO, CHEVREUL, SAVARY, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT et REGNAULT; 3e série, tome Ier, avril 1841, in-8°.

Guide pratique pour l'étude et le traitement des maladies syphilitiques; par M. L. DUCROS; in-8°.

Des Roches considérées minéralogiquement; par M. D'OMALIUS-D'HALLOY; in-8°.

Précis élémentaire de Chimie; par M. GARNIER; 1841, in-8°.

Catalogue zoologique; par M. GRATELOUP; Bordeaux, 1838, in-8°.

Mémoire sur plusieurs espèces de Coquilles nouvelles ou peu connues; par le même; 1841, in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; n° 67, in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; juin 1841, in-8°.

Journal de Pharmacie et des Sciences accessoires; juin 1841, in-8°.

Journal des Connaissances médico-chirurgicales; juin 1841, in-8°.

L'Ami des Sourds-Muets; mars et avril 1841, in-8°.

Journal... *Journal de Mathématiques pures et appliquées de* M. CRELLE; vol. XXI, 1re et 2me livraison; Berlin, 1841, in-4°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 426, in-4°.

Annalen... *Annales de Physique et de Chimie; par* M. POGGENDORFF; tome LII, n° 3; Leipzig, 1841, in-8°.

Resumen..... *Résumé de la Géographie de Vénézuela rédigée par* M. A. CODAZZI; *d'après les documents recueillis par lui dans le cours de sa mission comme chef de la Commission chorographique nommée par le gouvernement de Vénézuela;* Paris, 1841; in-8°.

Atlas... *Atlas physique et politique de la République de Vénézuela; par* M. le colonel du Génie A. CODAZZI; in-fol., 1840.

Mapa... *Carte physique et politique de la République de Vénézuela; par* le même; 4 feuilles assemblées.

Resumen... *Résumé de l'Histoire de Vénézuela depuis la découverte de ce pays jusqu'en l'an* 1797; *par* M. R.-M. BARALT; Paris, 1841, in-8°.

Resumen... *Résumé de l'Histoire de Vénézuela depuis* 1797 *jusqu'en* 1830; *par* MM. R.-M. BARALT et R. DIAZ; 2 vol. in-8°; Paris, 1841.

Gazette médicale de Paris; tome IX, n° 24, in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n° 70— 72.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 206, in-8°.

La France industrielle; 8e année, n° 23.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 JUIN 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Arago**, à l'occasion du procès-verbal de la précédente séance, propose qu'une copie du rapport qui a été fait sur les diverses communications concernant l'emploi de la méthode de Marsh dans les recherches de médecine légale, soit transmise à M. *le Garde des Sceaux*.

Cette proposition est mise aux voix et adoptée.

PHYSIQUE. — *Sur l'influence de l'état lamellaire dans les phénomènes de polarisation et de double réfraction produits par divers corps cristallisés; par* M. **Biot**.

« Voulant, dans ce qui va suivre, séparer et classer différents ordres de faits, qui me paraissent n'avoir pas été, jusqu'ici, suffisamment distingués les uns des autres, je commencerai par les définir isolément dans des termes précis, pour n'avoir plus ensuite qu'à les signaler, dans les applications, par les caractères qui leur sont propres.

» La minéralogie physique considère les corps continûment cristallisés, comme l'agrégation, réelle ou idéale, d'une infinité de particules solides

de dimension insensible, ayant pour chaque substance chimique, composée ou simple, une configuration spéciale; et apposées les unes aux autres, à égales distances, de manière que leurs faces homologues soient toutes parallèles entre elles. Ces solides élémentaires ont-ils réellement la configuration qu'on leur suppose? ou n'exprimeraient-ils que la distribution résultante des forces attractives, exercées par les particules constituantes véritables? Nous l'ignorons; mais avec cette réserve dubitative, leur conception peut toujours être substituée aux réalités. Haüy les a nommés *les formes primitives* des cristaux de chaque substance, ou de chaque combinaison cristallisable. Peut-être serait-il plus exact de les nommer *formes génératrices*. Car le caractère spécial qu'on y attache, c'est que leur seule apposition, régulièrement étendue, en directions diverses, reproduit pour nos sens, toutes les variétés de configuration des cristaux d'une même substance; parce que la petitesse des solides élémentaires rend inappréciables les dentelures des surfaces qui limitent les solides agrégés; et les assimile ainsi aux faces, en apparence planes, des polyèdres cristallins. Dans ces termes d'approximation, si l'on voulait seulement obtenir une représentation géométrique et externe de ces polyèdres, on pourrait les construire tous avec une même forme génératrice quelconque. Car leur configuration extérieure étant assignée, on trouverait toujours un mode d'apposition des solides élémentaires qui les imiterait. Mais, dans une pareille hypothèse d'uniformité, les lois de cette construction se trouveraient presque toujours excessivement complexes; et, en outre, les conditions purement géométriques qui placeraient les solides élémentaires dans leurs situations relatives, ne présenteraient généralement aucun indice d'une cause physique, qui pût, avec vraisemblance, les y amener d'eux-mêmes, ou les y maintenir agrégés, comme nous voyons que cela a lieu dans l'acte de la cristallisation. Il est donc infiniment plus convenable, sous ces deux rapports, de choisir, pour chaque substance, une forme génératrice telle que les formes résultantes observées s'en déduisent par un mode d'apposition que leur constitution physique décèle, ou rende au moins vraisemblable; et qui, appliqué aux solides élémentaires, puisse, par sa concordance avec leurs sens d'attractions mutuelles, justifier, sinon démontrer, la spontanéité, la symétrie, ainsi que la permanence de leur arrangement. Or, ces conditions favorables de choix sont indiquées, dans un très grand nombre de cas, par les relations de position que présentent les faces polyédriques des cristaux de chaque substance; comme aussi par les directions constantes de clivage suivant lesquelles les diverses portions de leur masse peuvent être plus

ou moins aisément séparées par des sections planes. En profitant de tous ces indices, avec une sagacité à laquelle on ne rend peut-être pas aujourd'hui assez de justice, Haüy a trouvé pour toutes les substances observées à l'état de cristal, des formes génératrices bornées à cinq polyèdres des plus simples de la géométrie; et, en décomposant ces cinq formes, pour la facilité du calcul, en trois polyèdres plus simples encore, il est parvenu à reproduire avec ceux-ci toutes les variétés des cristaux les plus complexes, par des lois d'apposition dont l'expression est toujours restreinte aux seuls premiers termes de la série des nombres entiers ou à leurs rapports, ce qui offre une analogie singulière, et peut-être très profonde, avec la simplicité numérique des proportions pondérales, suivant lesquelles s'opèrent les combinaisons chimiques les mieux définies.

» Je n'ignore pas que, depuis la mort de Haüy, les principes de sa méthode cristallographique ont été fort abandonnés. Au lieu de chercher, comme lui, à *deviner* les formes génératrices, par une décomposition matérielle plus ou moins réalisable de chaque cristal, pour en dériver les formes complexes, par des lois spéciales d'apposition appelées *décroissements*, on a pris une marche absolument inverse. On a défini les cristaux par les seules conditions de direction, et de situation relatives, que présentent leurs faces externes, prolongées idéalement jusqu'à leurs intersections communes sur certaines droites appelées *axes*. Cette construction, appliquée à tous les cristaux connus, a fait voir que les faces ainsi prolongées, étant classées d'après leurs analogies géométriques, vont toujours se composer en un petit nombre de polyèdres types, qui se définissent par les inclinaisons mutuelles de leurs axes, et par les rapports des longueurs comprises sur ces axes entre les intersections des faces prolongées qui les constituent. Alors un cristal complexe étant donné, on n'a besoin que d'observer les positions relatives, et les inclinaisons mutuelles des surfaces qui le terminent. Avec ces éléments, et l'emploi des conditions de symétrie pour le compléter idéalement si cela est nécessaire, le calcul analytique fait connaître les faces qui, étant prolongées, vont se rapporter à un même type, ainsi que les types divers que le cristal rassemble; lesquels se rattachent, les uns aux autres, par la condition que les longueurs de leurs axes analogues doivent toujours être entre elles dans des rapports rationnels, et généralement simples. L'ensemble de ces résultats donne évidemment la définition descriptive du cristal proposé. Cette méthode, née en Allemagne, est aujourd'hui presque généralement adoptée en France par les jeunes cristallographes. Elle est d'une application directe; et, ne con-

sidérant les cristaux que par leurs formes extérieures, elle emploie pour données les seuls éléments qui, dans beaucoup de cas, y soient effectivement observables. Mais, par cela même, elle ne fournit aucune lumière sur la constitution intestine de chaque cristal, non plus que sur son mode mécanique de formation. Or ici, comme dans l'étude de tout autre produit naturel, ce mécanisme est précisément le point le plus essentiel à découvrir, parce qu'il dépend des actions moléculaires, qui de toutes parts s'offrent aujourd'hui à nos recherches comme le grand mystère qu'il nous importe de pénétrer. C'est pourquoi, après avoir trouvé la définition descriptive d'un cristal par la méthode allemande, si on la juge actuellement la plus commode pour cet usage, il faudrait toujours compléter ses indications extérieures par une étude de la constitution intestine, fondée sur tous les procédés d'exploration que la physique et la mécanique peuvent fournir. Sans aucun doute, un esprit intelligent, et persévérant, qui entreprendrait cette tâche, serait conduit à d'importantes découvertes. Mais, en l'omettant, comme cela n'est aujourd'hui que trop ordinaire, il est bien à craindre que l'on ne prenne la superficie pour le fond des choses. Telle est, au reste, la conséquence ordinaire des méthodes scientifiques qui sont devenues dominantes pendant un temps. D'autres les remplacent qui le sont à leur tour; jusqu'à ce qu'une heureuse alliance vienne les faire concourir au but commun. Mais cette réunion n'est jamais opérée par les premiers inventeurs, qui sont toujours exclusifs, ni par leurs premiers disciples, chez qui la confiance prévient l'examen. Il faut que plusieurs générations se succèdent avant qu'on revienne à cette règle de bon sens si simple, que, pour étudier les ouvrages de la nature, notre faible intelligence n'a pas trop de tous les secours qu'elle peut rassembler.

» Pour le but que j'ai ici en vue, je n'ai pas besoin d'examiner la connexion plus ou moins certaine qui peut exister entre la représentation artificielle des cristaux par les formes génératrices, et leur constitution physique véritable. L'uniformité de cette constitution, dans toute la masse de chaque cristal continûment construit, est le seul caractère que je veuille leur attribuer. Or elle est rigoureusement établie par le fait suivant, qui en est l'expression la plus générale. Si, dans un cristal constitué continûment, on isole un solide de dimension sensible et de configuration quelconque, tous les solides pareils, et parallèles à celui-là, que l'on pourra extraire de la masse du cristal, seront identiques physiquement et chimiquement. Si l'un d'eux agit sur la lumière polarisée suivant certaines lois, s'il exerce la réfraction simple ou la réfraction double, soit attractive, soit répulsive, à un ou

à deux axes, tous les solides pareils et parallèlement configurés, posséderont, suivant toutes les directions homologues, des propriétés semblables, auxquelles j'attacherai désormais l'épithète de *moléculaires*, pour exprimer qu'elles appartiennent généralement au système des particules constituantes du cristal, dans leur état actuel d'agrégation régulièrement continué. Cette uniformité de construction n'est pas toujours maintenue dans tout l'intérieur des masses cristallines; elle l'est même rarement; et par ce motif on peut dire, avec Wollaston, qu'il n'y a de cristaux continus que dans l'infiniment petit physique. Quelquefois le changement se manifeste d'une manière brusque, entre certaines parties de la masse ayant des dimensions sensibles, et qui, considérées individuellement, présentent un mode d'agrégation pareil en des sens distincts. Alors la masse est composée de cristaux de même nature qui se sont accolés ou pénétrés mutuellement; et l'on peut appliquer à chacun d'eux les mêmes définitions moléculaires. C'est le cas des cristaux agrégés ou maclés. On rencontre aussi des masses cristallines, où cette association en des sens divers, varie avec tant de discontinuité, qu'on peut à peine discerner l'état individuel de leur parties sensibles; alors, le système total est dit cristallisé confusément. Mais les propriétés individuelles, ou moléculaires, se retrouvent dans les plus petits fragments, réduits, s'il le faut, à des dimensions microscopiques; et, du moins, leur existence isolée y est toujours supposable; car on les rend sensibles, ou on les fait renaître, quand on peut dissoudre la masse totale, et la soumettre à une nouvelle cristallisation opérée avec lenteur.

» Outre ces propriétés moléculaires, ainsi définies par la nature et la constance de leurs lois, les masses cristallines en possèdent quelquefois d'autres propres à leur ensemble et qui y sont accidentelles; telles par exemple qu'en occasionnerait un état général et forcé de compression ou d'expansion, qui persisterait à s'y maintenir. Un pareil état produit sur la lumière polarisée des effets qui peuvent s'associer à la réfraction moléculaire simple ou double, comme aussi ils peuvent exister sans cette dernière. Mais on les reconnaît à leurs lois propres; et l'on discerne ainsi la part qu'on doit leur attribuer dans les effets résultants.

» Enfin, les solides élémentaires d'une masse cristalline, en restant toujours parallèles les uns aux autres, peuvent occasionnellement s'agréger en lames planes, continues, superposées d'une manière plus ou moins intime; quelquefois distinctes pour nos sens, d'autres fois seulement pour la lumière polarisée, qui se modifie en traversant leurs interstices. Cette disposition lamellaire se manifeste avec évidence dans les cristaux d'alun qui contien-

nent de l'ammoniaque. J'ai récemment exposé les principales lois physiques des effets qu'elle y produit sur la lumière polarisée, lois dont la spécification est alors facilitée, parce qu'elles se trouvent associées à la réfraction simple. Mais la même disposition lamellaire, et les mêmes effets, peuvent aussi être associés à la double réfraction moléculaire, dont ils modifient les caractères propres, comme j'en rapporterai bientôt des exemples. Il faut donc alors les distinguer de cette réfraction par la dissemblance de leurs lois, pour apprécier avec justesse les particularités des phénomènes qui appartiennent à la constitution moléculaire du cristal, et celles qui résultent de l'état lamellaire considéré abstractivement de cette constitution.

» Les phénomènes de polarisation, et de réfraction simple ou double, observés dans tous les corps cristallisés, où cet état lamellaire n'exerce pas d'action sensible, avaient donné à la minéralogie une relation bien précieuse entre les formes primitives des cristaux et leur action sur la lumière. Selon cette règle, les corps cristallisés exercent la réfraction simple, ou la double réfraction moléculaire, soit à un axe, soit à deux axes, selon que leur forme primitive est symétrique autour d'un point, d'une droite, ou d'un plan. Seulement, dans ce dernier cas, la symétrie de position du plan peut exister pour le solide même, adopté comme forme primitive ou pour un de ses dérivés cristallographiques; et les deux axes sont dirigés dans leur plan de manière à faire des angles égaux avec les faces du solide simple ou complexe. Personne n'a donné plus d'éléments que le docteur Brewster, pour établir cette loi; et personne aussi n'en a donné autant qui semblent l'infirmer.

» Dans un mémoire, inséré aux *Transactions philosophiques d'Edimbourg* pour l'année 1816, le docteur Brewster annonça que le muriate de soude cristallisé, le diamant, le spath-fluor, se rencontrent dans la nature sous trois états divers: tantôt n'exerçant que la réfraction simple, tantôt la double réfraction, soit attractive, soit répulsive; ces trois états pouvant même coexister, et se succéder par alternatives, dans les diverses parties d'une même masse. Cette conséquence lui parut résulter des modifications qu'il avait vu éprouver à la lumière polarisée en traversant divers cristaux des substances que je viens de nommer. Il en inféra généralement que les substances dont la forme primitive est un octaèdre régulier ou un cube, composent une classe spéciale de corps qu'une modification occasionnelle des solides élémentaires peut mettre successivement dans des conditions physiques aussi dissemblables. Après avoir décrit les effets très faibles opérés ainsi par le spath-fluor, où les plans des axes de double réfraction

lui ont semblé être parallèles aux faces des cubes, comme dans le sel gemme, il ajoute, sans autre détail, *qu'il a vu des phénomènes semblables opérés par de gros morceaux transparents d'alun*. La brièveté de cette indication de fait, jointe à l'assimilation qu'elle exprime, rend très présumable que le hasard n'offrit alors à l'observation du docteur Brewster que des cristaux d'alun différents de ceux de nos fabriques, où l'ammoniaque entre comme élément. Car ceux-ci produisent des effets si intenses, surtout quand leur volume est un peu considérable, qu'il n'aurait par manqué d'en être frappé, et d'en chercher les lois, fort différentes de celles qu'il énonce (1).

» Trois ans plus tard, dans un Mémoire inséré au tome Ier du *Journal philosophique d'Édimbourg*, page 1, le docteur Brewster annonça que le minéral connu sous le nom d'*apophyllite* pouvait affecter trois formes cristallines différentes : la première exerçant la double réfraction à un axe, la seconde à deux axes, et la troisième offrant un mode d'agrégation régulièrement complexe, où ces deux sortes de double réfraction se montraient associées en diverses parties de la masse totale. Il reprit ce sujet dans un Mémoire plus étendu, inséré aux *Transactions de la Société royale d'Édimbourg* pour 1823, page 317. La générosité de ses amis scientifiques ayant mis à sa disposition plusieurs centaines de cristaux d'apophyllite, tant incomplets que complets, présentant toutes les variétés possibles de forme, et provenant de toutes les localités où ce minéral se trouve, il leur appliqua de nouveaux procédés d'observation, même microscopiques. Non-seulement il retrouva ainsi les premiers phénomènes qu'il avait découverts; mais les cristaux complets et limpides qu'il pouvait étudier dans tous les sens, lui en présentèrent d'autres bien plus extraor-

---

(1) Pour éviter tout malentendu, voici la phrase textuelle du docteur Brewster : « *Similar phenomena were exhibited in large pieces of transparent alum* » (page 4). Il désigne le sens des effets, dans les trois substances, en disant (page 5) « que les axes neutres coïncident avec les faces des cubes, et les axes dépolarisants avec leurs diagonales. » Or, ce que le docteur Brewster appelle axes neutres, répond à ce que nous appelons en France la section principale du cristal. Car, dans son Mémoire sur la dépolarisation de la lumière par transmission, inséré aux *Transactions philosophiques de la Société royale de Londres* pour 1815, page 3, il dit comme exemple : « Dans le mica (probablement celui de Sibérie) les axes neutres coïncident avec les diagonales de sa base rhomboïdale primitive ; dans le spath calcaire, les axes neutres coïncident avec les diagonales de ses faces rhomboïdales, et les axes dépolarisants sont parallèles aux côtés de ces mêmes faces. » J'ai traduit ces indications par les dénominations correspondantes que nous employons.

dinaires encore, qu'il a décrits et figurés avec toutes leurs particularités. Ses conclusions furent donc en partie les mêmes que dans son premier travail, c'est-à-dire qu'il y a des variétés d'apophyllite à un axe, à deux axes, et d'autres en forme de tesselite. Mais, parmi celles-ci, il en distingua une si complexe, qu'elle lui sembla constituée par des formes inconnues en cristallographie, desquelles la plus grande liberté d'imagination ne suffisait pas pour rendre compte. Ici, comme dans les Mémoires de 1816 et de 1819, le nombre ainsi que la situation des axes n'étaient pas établis sur des duplications d'images effectivement observées, mais sur les modifications éprouvées par la lumière polarisée lorsqu'elle traversait les cristaux suivant différentes directions sans éprouver de dédoublement rectiligne sensible.

» L'annonce de ces résultats dut faire une grande sensation parmi les minéralogistes, qui trouvaient pour la forme primitive du sel gemme un cube, pour celle du spath-fluor et de l'alun un octaèdre régulier, et pour celle de l'apophyllite un prisme droit à base carrée. Car, ne pouvant leur attribuer aucune autre forme sans violer les règles les plus constantes de la cristallographie, ils devaient supposer qu'on observerait toujours et uniquement dans les trois premières substances la réfraction simple, et dans la quatrième la double réfraction à un seul axe dirigé suivant l'axe du prisme constituant; propriétés toutes différentes de celles que le célèbre physicien d'Écosse venait d'y découvrir.

» Enfin, dans les *Transactions philosophiques d'Édimbourg* pour 1824, page 187, le docteur Brewster publia un remarquable Mémoire sur l'*analcyme*, où il annonça que ce minéral, dont la molécule intégrante était considérée comme cubique, non-seulement agissait sur la lumière polarisée, mais opérait même une double réfraction réelle et observable sur la lumière naturelle qui le traversait suivant certaines directions qu'il assigna. Ce dernier phénomène parut donc encore renverser, d'une manière plus décisive et plus évidente, les relations jusque alors admises entre la forme des solides élémentaires et l'existence de la double réfraction; car les principes de la cristallographie se refusent absolument à leur attribuer, dans l'analcyme, une configuration dissymétrique. Néanmoins, en étudiant le travail du docteur Brewster, les cristallographes auraient pu remarquer qu'il assigne à cette double réfraction de l'analcyme des caractères particuliers de développement, qui la distinguent de la double réfraction moléculaire habituelle à un ou à deux axes; en ce qu'elle ne s'exerce pas également, comme celle-ci, autour d'une ou de deux droites, menées en chaque point du cristal suivant

des directions parallèles entre elles, mais qu'elle semble se rapporter à certains plans fixes et localement déterminés dans la masse totale, distinction que le docteur Brewster a lui-même judicieusement signalée. Il restait donc à examiner si de tels phénomènes, appartenant au cristal entier comme masse, étaient réellement liés à la configuration des solides élémentaires; ou s'ils ne provenaient pas plutôt de quelque action physique résultante d'un mode d'agrégation, régulier aussi mais non individuel, qui serait établi entre des assemblages complexes de ces mêmes solides, suivant des sens fixes mais divers, en différents points du cristal total. Il ne paraît pas que les minéralogistes aient eu cette pensée; et s'ils l'avaient eue, l'excessive rareté des cristaux d'analcyme réguliers et limpides, jointe à leur petitesse habituelle, ne leur aurait pas permis d'en suivre le développement par l'expérience, avec une certitude suffisante pour les rassurer. Il fallait donc attendre qu'un hasard heureux nous montrât l'existence d'une action semblable, ou analogue, dans des cristaux d'une nature assez commune et d'un volume assez considérable, pour que l'on pût constater aisément les lois suivant lesquelles elle s'exerce, en les coupant et les observant dans toutes sortes de directions. Ces conditions se trouvent réunies dans l'alun ammoniacal. Aidé de ce secours, j'espère pouvoir dissiper les doutes des cristallographes pour les divers cas que j'ai plus haut rappelés, et rétablir la réalité des relations qu'ils avaient admises entre la forme primitive et l'existence de la double réfraction moléculaire telle que je l'ai définie. Mais je ne le ferai pas sans avoir rendu auparavant un complet hommage aux beaux travaux du docteur Brewster sur le même sujet. Je ne partage pas les sentiments de ces esprits légers ou jaloux, qui, lorsque le temps a dévoilé de nouveaux phénomènes, ou lorsque des conceptions plus générales ont remplacé des indications qui avaient d'abord paru suffisantes, se plaisent à rabaisser les services des premiers inventeurs, en élevant l'édifice de leur dédain sur ces progrès mêmes, auxquels souvent ils n'ont pas contribué. Il est maintenant bien plus facile d'analyser et de classer des phénomènes de polarisation, ou de double réfraction, qu'il ne l'était il y a vingt ans ou vingt-cinq ans, lorsque le docteur Brewster publia les divers Mémoires dont j'ai rappelé plus haut les résultats. On connaît aujourd'hui exactement les lois et les caractères distinctifs des deux sortes de double réfraction, à un ou à deux axes, que l'on peut appeler *moléculaires*, parce qu'elles sont exercées avec une énergie égale, et dans les mêmes sens, par les plus petites agrégations sensibles des solides élémentaires qui composent les corps cristallisés doués de ce pouvoir. On sait

comment elles développent des phénomènes de coloration dans la lumière polarisée, par quelles intermittences périodiques elles agissent, et quel sens de polarisation apparente ou réelle leur action imprime aux rayons transmis. On a reconnu que la simple compression, ou l'expansion, artificiellement opérées, dans des corps cristallisés ou non cristallisés, peuvent y développer une double réfraction accidentelle, suivant des sens prévus. On sait que plusieurs autres causes, par exemple la réfraction simple associée à la réflexion totale et peut-être partielle, développent dans la lumière polarisée des effets intermittents qui modifient les couleurs des lames minces douées de la double réfraction moléculaire. On a trouvé aussi que la superposition naturelle des lames cristallines imprime à la lumière polarisée qui traverse leurs interstices, des propriétés intermittentes, d'où résultent des phénomènes de coloration analogues aux précédents, et aptes à les modifier par leur association. Probablement, beaucoup d'autres circonstances qui nous sont encore inconnues peuvent déterminer des effets semblables, au moins pour nos sens; et l'on ne saura les distinguer que par leurs lois propres. Mais déjà, celles de ces lois que nous possédons, étant appliquées aux résultats antérieurs à leur découverte, serviront utilement pour analyser les causes complexes qui ont concouru à les produire. J'espère qu'elles suffiront, dès aujourd'hui, pour rétablir entre la réfraction moléculaire double ou simple, et les formes primitives des cristaux, ces belles relations que l'on avait d'abord admises, et que l'observation ultérieure de phénomènes complexes pouvait paraître infirmer. Je vais donc, dans cette intention, reprendre successivement l'étude des corps cristallisés où ces phénomènes se produisent. »

M. Dufrénoy fait à la suite de cette lecture les observations suivantes :

« Le Mémoire de M. Biot fait disparaître une anomalie signalée par M. Brewster dans les lois qui existent entre la forme cristalline des minéraux et leurs propriétés optiques. Mais outre cet intérêt puissant, il nous en présente un autre, c'est d'avoir rappelé les grands travaux de Haüy. Seulement M. Biot a été timide dans la justice qu'il a rendue au fondateur de la cristallographie; il semble croire, comme on s'est plu à le répéter depuis une quinzaine d'années, qu'il existe deux systèmes de cristallographie, celui de Haüy et celui des minéralogistes allemands : la parole de M. Biot jouit d'une si juste autorité, que je crois utile de relever ce que son assertion a de trop absolu. Les principes cristallographiques posés par Haüy non-seulement subsistent toujours, mais ils sont encore presque les seuls

qui servent de base à la science qu'il a créée; depuis ses travaux on a ajouté quelques considérations intéressantes à l'étude des cristaux, mais on a constamment adopté ses idées, en modifiant, il est vrai, soit la manière de les présenter, soit les dénominations qu'il avait admises. En effet, aux *six formes primitives* dont dérivent tous les cristaux naturels et artificiels, on a substitué *six types cristallins* qui y correspondent exactement.

» La loi de symétrie des cristaux qui consiste dans la position identique des faces analogues a été conservée dans son entier.

» La relation des faces secondaires et des faces primitives, ou des types cristallins, relation qui a une certaine analogie avec les lois qui président aux combinaisons de l'oxigène et des bases, est encore presque toujours vraie. Quelques personnes n'admettent plus la considération des décroissements, c'est-à-dire la formation des formes secondaires par l'application de lames successives composées de petits cristaux élémentaires analogues à la forme primitive. Cette idée ingénieuse rend peut-être encore plus raison du phénomène inconnu de la cristallisation que toute autre; mais elle sert en outre à Haüy de moyen pour déterminer la position des faces les unes par rapport aux autres. Les minéralogistes allemands, au lieu de définir les faces par cette méthode, indiquent les points où elles coupent les axes des cristaux; c'est surtout cette considération des axes qu'on regarde comme nouvelle, et c'est là, suivant beaucoup de personnes, la différence capitale entre le système de Haüy et celui des minéralogistes allemands. Mais on se trompe à cet égard. Haüy, dans plusieurs circonstances, surtout pour toutes les *formes octaédriques*, rapportait les cristaux à leurs axes; et pour les autres formes, s'il n'employait pas le mot même d'*axes*, ces lignes importantes entraient dans la composition de ses figures. Ainsi, pour calculer la loi de décroissement d'un cristal, il construisait un *triangle mesurateur* donné par un plan coupant, passant par l'*axe* de ce cristal et mené perpendiculairement à l'intersection des faces primitive et secondaire dont il voulait déterminer la loi de dérivation. Ce triangle avait pour côtés : 1° l'intersection de la face primitive et du plan coupant; 2° l'intersection de ce même plan et de la face secondaire; 3° l'*axe du cristal*. La résolution de ce triangle donnait à Haüy le nombre de rangées soustraites, et il disait: la face a naît sur P par un décroissement de m rangées en hauteur sur n en largeur. On dit, en se servant des axes, la face a coupe l'axe à la longueur $\frac{m}{n}$: on voit qu'il y a presque identité. La méthode de calculer a, il est vrai, changé: Haüy se servait principalement de la géométrie; beaucoup de minéralogistes se ser-

vent de la trigonométrie sphérique. M. Naumann emploie l'analyse appliquée. Ces différentes méthodes de calcul peuvent être plus commodes, mais elles ne constituent pas une différence dans le principe cristallographique; du reste on ne pourrait pas encore les désigner sous le nom de méthodes allemandes: Malus s'est servi de la trigonométrie sphérique, et c'est à M. Lamé qu'est due la première application de l'équation des lignes et des plans aux calculs cristallographiques (1).

» Les relations personnelles que j'ai eu l'honneur d'avoir avec plusieurs des plus célèbres minéralogistes de l'Allemagne me permettent de dire que jamais il n'ont prétendu avoir renversé ou changé le système de cristallographie de Haüy : ils y ont seulement ajouté quelques considérations qui le complètent. Du reste, la détermination d'un grand nombre de minéraux nouveaux, la séparation du feldspath en plusieurs espèces, l'application du calcul atomique à la composition des minéraux, les théories du dimorphisme et de l'isomorphisme sont d'assez beaux titres, pour qu'ils n'aient rien à nous envier. Je crois donc devoir insister sur les travaux de Haüy, et dire que les principes qu'il a posés sont encore aujourd'hui ceux qui servent de base à la minéralogie cristallographique. »

« M. **Biot** remercie M. *Dufrénoy* des observations qu'il vient de lui adresser, et il se félicitera de les voir insérées au *Compte rendu*. Il prie seulement M. Dufrénoy de vouloir bien remarquer que leur position à tous deux est bien différente. Mes expériences, dit M. Biot, ayant pour but de rétablir entre les formes primitives, et la réfraction moléculaire double ou simple, une relation qui avait paru infirmée, j'ai été dans la nécessité de rappeler l'emploi que Haüy assignait à ces formes dans la construction des cristaux; et je ne pouvais le faire sans mentionner aussi la doctrine allemande, qui évite de s'appuyer sur cette construction. J'ai tâché de caractériser, le moins inexactement qu'il m'a été possible, la marche apparente des deux méthodes; mais il ne m'appartenait pas de les juger, au lieu que M. Dufrénoy le peut faire. Si, comme je crois le comprendre, il rattache la seconde méthode à la première, et l'en fait dériver, cette connexion donnera plus de sécurité à l'une et à l'autre, en même temps qu'elle rendra justice au premier inventeur, trop déprécié. Mais je n'avais ni la science, ni l'autorité nécessaires pour établir ces rapports et fixer ces droits. »

---

(1) *Sur une nouvelle manière de calculer les cristaux ;* par M. Lamé, ingénieur des Mines (*Annales des Mines,* tome IV, page 64, année 1819).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur la nature et les propriétés des racines d'une équation qui renferme un paramètre variable; par* M. AUG. CAUCHY.

« Les racines d'une équation qui renferme deux variables x, t, et que l'on résout par rapport à la variable x, ou, ce qui revient au même, les racines d'une équation qui renferme, avec l'inconnue x, un paramètre variable t, jouissent de diverses propriétés qu'il importe de bien connaître. L'une de ces propriétés est que ces racines sont généralement des fonctions continues du paramètre variable, en sorte qu'elles varient avec ce paramètre par degrés insensibles. Il en résulte que, si, en vertu de la variation du paramètre, une racine réelle vient à disparaître, elle sera immédiatement remplacée par des racines imaginaires. Cette dernière proposition n'est pas à beaucoup près aussi évidente qu'elle semble l'être au premier abord. Il est d'autant plus nécessaire de la démontrer qu'elle ne subsiste pas sans condition. En effet, puisque la forme de l'équation entre x et t est entièrement arbitraire, rien n'empêche de donner pour racine x à cette équation une fonction discontinue du paramètre t, par exemple, la fonction

$$e^{\frac{1}{t}};$$

et il est clair que, dans ce dernier cas, x variera très sensiblement, en passant d'une valeur très petite à une valeur très grande, si le paramètre t, en demeurant très voisin de zéro, passe du négatif au positif.

» Pour que l'on soit assuré que la racine x, considérée comme fonction du paramètre t, reste continue dans le voisinage d'une valeur particulière attribuée à ce paramètre, il suffit que le premier membre de l'équation donnée reste lui-même fonction continue des deux variables x, t, dans le voisinage de la valeur particulière de t, et de la valeur correspondante de x. C'est ce que je démontre, en m'appuyant sur un théorème que j'ai donné dans un Mémoire présenté à l'Académie de Turin le 27 novembre 1831. De ce théorème, qui détermine, pour une équation algébrique ou transcendante, le nombre des racines réelles ou imaginaires assujéties à des conditions données, je déduis immédiatement la continuité de la fonction de t qui représente la racine x de l'équation donnée entre x et t; et j'en conclus par exemple que, si, cette équation étant réelle, plusieurs

racines réelles égales viennent à disparaître, elles se trouveront généralement remplacées par un pareil nombre de racines imaginaires.

» Le premier paragraphe du présent Mémoire est relatif à des équations entre x et t, de forme quelconque. Dans le second paragraphe je considère des équations d'une forme particulière, savoir, celles qui fournissent immédiatement la valeur de t en fonction de x. Parmi les équations de ce genre, on doit surtout remarquer celles qui donnent pour t une fonction réelle et rationnelle de x. Une semblable équation, résolue par rapport à x, ne peut avoir constamment toutes ses racines réelles, pour une valeur réelle quelconque de t, que sous certaines conditions, dont l'une est que les degrés des deux termes de la fraction rationnelle soient égaux, ou diffèrent entre eux d'une seule unité. Les autres conditions consistent en ce que les deux termes, égalés à zéro, fournissent deux nouvelles équations, dont toutes les racines soient réelles et inégales, et que la suite de toutes ces racines réunies, et rangées d'après leur ordre de grandeur, offre alternativement une racine de l'une des deux nouvelles équations, puis une racine de l'autre. Lorsque ces diverses conditions sont remplies, on peut être assuré non-seulement que l'équation proposée, résolue par rapport à x, a toutes ses racines réelles et inégales pour une valeur quelconque de t, mais encore que chacune de ces racines, pour une valeur croissante de t, est toujours croissante ou toujours décroissante, tant qu'elle reste finie. Quelques propositions établies par M. Richelot (voir le *Journal de M. Crelle*, tome XXI, page 313) se trouvent comprises dans celles que je viens d'énoncer.

ANALYSE.

» Me proposant de publier dans les *Exercices d'Analyse et de Physique mathématique* le Mémoire dont l'objet vient d'être indiqué, je me bornerai à énoncer ici les principaux théorèmes qui s'y trouvent renfermés, et qui pour la plupart se déduisent les uns des autres, en omettant les démonstrations que l'on retrouvera sans beaucoup de peine, surtout si l'on a égard à l'ordre dans lequel ces théorèmes sont présentés.

§ Ier. *Considérations générales.*

» Dans le premier paragraphe, j'établis successivement les théorèmes suivants.

» 1er *Théorème.* Nommons

$$\tau, \xi$$

deux valeurs finies et correspondantes de t et de x, propres à vérifier l'équation

$$(1) \qquad F(x, t) = 0,$$

et dans le voisinage desquelles la fonction $F(x, t)$ reste continue par rapport aux variables x, t. Si l'on attribue à la variable t une valeur très peu différente de τ, par conséquent une valeur de la forme

$$t = \tau + i,$$

i désignant un accroissement infiniment petit, positif ou négatif, ou même imaginaire, l'équation (1), résolue par rapport à x, offrira une ou plusieurs racines x très peu différentes de ξ, et dont chacune sera de la forme

$$x = \xi + j,$$

j désignant encore une expression réelle ou imaginaire, infiniment petite, qui convergera en même temps que i vers la limite zéro. De plus, le nombre de ces racines sera précisément le nombre de celles qui se réduiront à ξ dans l'équation

$$(2) \qquad F(x, \tau) = 0.$$

» 2e *Théorème.* $F(x, t)$ étant une fonction réelle et déterminée des variables x, t; nommons

$$\xi, \tau$$

deux valeurs réelles et finies de x et de t, qui vérifient l'équation

$$F(x, t) = 0,$$

et dans le voisinage desquelles la fonction $F(x, t)$ reste continue. Si τ représente une valeur maximum ou minimum de t, c'est-à-dire si τ est toujours inférieur ou toujours supérieur aux valeurs réelles que t peut acquérir pour des valeurs réelles de x voisines de ξ, l'équation

$$F(x, t) = 0,$$

résolue par rapport à x, offrira des racines imaginaires pour certaines valeurs réelles de t voisines de la valeur τ.

» 3ᵉ *Théorème.* Les mêmes choses étant posées que dans le théorème 2, si l'équation

$$F(x,t)=0,$$

après avoir acquis m racines réelles égales entre elles, pour une certaine valeur réelle τ de la variable t, vient tout-à-coup à perdre ces racines réelles, pour une racine réelle de t, très voisine de τ; celles-ci se trouveveront remplacées par m racines imaginaires.

» 4ᵉ *Théorème.* Si l'équation

$$F(x,t)=0,$$

résolue par rapport à x, a toutes ses racines réelles pour une valeur réelle quelconque de la variable t, cette dernière variable, considérée comme fonction de x, ne pourra jamais acquérir un maximum ou un minimum τ correspondant à une valeur ξ de x tellement choisie que $F(x,t)$ reste fonction continue dans le voisinage des valeurs ξ et τ des variables x et t.

» 5ᵉ *Théorème.* $F(x,t)$ désignant une fonction réelle des variables x, t, nommons

$$\xi,\ \tau,$$

deux valeurs réelles de x et de t, propres à vérifier l'équation

$$F(x,\ t)=0,$$

et dans le voisinage desquelles la fonction $F(x,t)$ reste continue, avec sa dérivée $\Psi(x,\ t)$ relative à la variable t. Soit m le nombre de racines égales à ξ dans l'équation

$$F(x,\ t)=0,$$

en sorte que le rapport

$$\frac{F(x,\ \tau)}{(x-\xi)^m}$$

acquière, pour $x=\xi$, une valeur finie différente de zéro; et supposons

que l'on puisse en dire autant de la fonction $\Psi(x, \tau)$. Enfin, nommons θ une racine primitive de l'équation

$$\theta^{2m} = 1,$$

et posons

$$F(x, \tau) = (x - \xi)^m \mathcal{f}(x),$$

$$\Pi(x, i) = - \frac{F(x, \tau + i) - F(x, \tau)}{i\mathcal{f}(x)},$$

i désignant une quantité réelle. L'équation

$$(3) \qquad F(x, \tau + i) = 0$$

offrira, pour de très petites valeurs numériques de i, m racines très peu différentes de ξ, dont chacune vérifiera l'une des m équations de la forme

$$(4) \qquad x - \xi = [i\Pi(x, i)]^{\frac{1}{m}}, \quad x - \xi = \theta^2 [i\Pi(x, i)]^{\frac{1}{m}}, \text{ etc.},$$

si le signe de i est celui de la quantité

$$\Pi(\xi, 0) = - \frac{\Psi(\xi, \tau)}{\mathcal{f}(\xi)},$$

et l'une des m équations de la forme

$$(5) \quad x - \xi = \theta [- i\Pi(x, i)]^{\frac{1}{m}}, \quad x - \xi = \theta^3 [-i\Pi(x, i)]^{\frac{1}{m}}, \text{ etc.},$$

si le signe de i est contraire à celui de $\Pi(\xi, 0)$.

» Comme, parmi les équations (4), (5), on trouvera seulement deux équations réelles, qui seront ou deux des équations (4), si le nombre m est pair, ou l'une des équations (4) et l'une des équations (5) si m est impair; on conclura du théorème 5 que, dans l'hypothèse admise, et pour $m > 1$, quelques-unes des valeurs de x, propres à vérifier les formules (4) et (5), deviennent imaginaires. Ajoutons que chacune de ces valeurs de x pourra être immédiatement développée en série par la formule de Lagrange.

» 6^e *Théorème.* Les mêmes choses étant posées que dans le théorème 2,

si la valeur ξ de x représente non une racine simple, mais une racine multiple, de l'équation

$$F(x, \tau) = 0,$$

en sorte que, m racines étant égales à ξ, le rapport

$$\frac{F(x, \tau)}{(x - \xi)^m}$$

acquière, pour $x = \xi$, une valeur finie différente de zéro, l'équation

$$F(x, t) = 0,$$

résolue par rapport à x, offrira des racines imaginaires pour certaines valeurs de t voisines de τ.

§ II. *Sur les racines de l'équation* $t = \varpi(x)$.

» Le second paragraphe de mon Mémoire se rapporte spécialement aux racines des équations de la forme

$$t = \varpi(x).$$

J'établis successivement, à l'égard de ces mêmes racines, les théorèmes suivants.

» 1er *Théorème.* $\varpi(x)$ étant une fonction réelle et déterminée de x, si la variable t, liée à la variable x par l'équation

$$t = \varpi(x), \tag{1}$$

acquiert une valeur maximum ou minimum τ pour une valeur réelle et finie de x, représentée par ξ, et dans le voisinage de laquelle la fonction $\varpi(x)$ reste continue, l'équation (1), résolue par rapport à x, offrira des racines imaginaires, pour certaines valeurs de t, voisines de la valeur τ.

» 2me *Théorème.* Si l'équation

$$t = \varpi(x),$$

résolue par rapport à x, a toutes ses racines réelles, pour une valeur réelle quelconque de la variable t, cette dernière variable ne pourra jamais acquérir un maximum ou un minimum τ correspondant à une valeur réelle ξ de x, dans le voisinage de laquelle la fonction $\varpi(x)$ resterait continue.

» 3^{me} *Théorème.* $\varpi(x)$ étant une fonction réelle et déterminée de x, supposons la variable t liée à la variable x par la formule

$$t = \varpi(x).$$

Si l'équation

$$\varpi(x) = \tau \tag{2}$$

offre m racines égales à ξ, en sorte qu'on ait

$$\varpi(x) - \tau = (x - \xi)^m \mathfrak{F}(x),$$

$\mathfrak{F}(x)$ désignant une fonction nouvelle qui acquière, pour $x = \xi$, une valeur finie différente de zéro; l'équation

$$\varpi(x) = \tau + i,$$

ou

$$(x - \xi)^m = \frac{i}{\mathfrak{F}(x)} \tag{3}$$

offrira pour de très petites valeurs numériques de i, m racines très peu différentes de ξ. Soit d'ailleurs θ une des racines primitives de l'équation

$$\theta^{2m} = 1.$$

Chacune des m racines de l'équation (3) correspondantes à de très petites valeurs numériques de i, vérifiera l'une des m formules

$$x - \xi = \left(\frac{i}{\mathfrak{F}(x)}\right)^{\frac{1}{m}}, \quad x - \xi = \theta^2 \left(\frac{i}{\mathfrak{F}(x)}\right)^{\frac{1}{m}}, \ldots, \tag{4}$$

si le signe de i est en même temps celui de la quantité $\mathfrak{F}(x)$, et l'une des

m formules

$$(5)\qquad x-\xi=\theta\left(-\frac{i}{\mathcal{f}(x)}\right)^{\frac{1}{m}},\quad x-\xi=\theta^{3}\left(-\frac{i}{\mathcal{f}(x)}\right)^{\frac{1}{m}},\ldots,$$

si le signe de i est contraire à celui de $\mathcal{f}(\xi)$.

» 4^{me} *Théorème.* $\varpi(x)$ étant une fonction réelle et déterminée de la variable x, et cette variable étant liée à la variable t par l'équation

$$t=\varpi(x),$$

nommons ξ une valeur réelle de x qui représente m racines réelles égales de l'équation

$$\varpi(x)=\tau,$$

en sorte que le rapport

$$\frac{\varpi(x)-\tau}{(x-\xi)^m}$$

acquière, pour $x=\xi$, une valeur finie différente de zéro. Si la fonction $\varpi(x)$ reste continue dans le voisinage de la valeur $x=\xi$, l'équation (1), ou

$$\varpi(x)=t,$$

résolue par rapport à x, offrira des racines imaginaires pour certaines valeurs réelles de t voisines de τ.

» 5^e *Théorème.* $\varpi(x)$ étant une fonction réelle et déterminée de x, qui ne cesse d'être continue qu'en devenant infinie, si l'équation

$$t=\varpi(x),$$

résolue par rapport à x, a toutes ses racines réelles pour une valeur réelle quelconque de t, non-seulement chacune des deux équations

$$(6)\qquad \varpi(x)=0,$$

$$(7)\qquad \frac{1}{\varpi(x)}=0$$

aura pareillement toutes ses racines réelles, mais de plus deux racines

réelles distinctes de l'équation (6) comprendront toujours entre elles une seule racine réelle de l'équation (7), et, réciproquement, deux racines réelles distinctes de l'équation (7) comprendront toujours entre elles une seule racine réelle de l'équation (6).

» 6^e *Théorème.* Les mêmes choses étant posées que dans le 5^e théorème, si les racines réunies des équation (6) et (7) sont rangées par ordre de grandeur, de manière à former une suite croissante, les divers termes de cette suite appartiendront alternativement à l'une et à l'autre équation; si d'ailleurs on nomme

$$a,\ a'$$

deux racines consécutives de l'équation (7), la seconde de ces racines a' pouvant être remplacée par l'infini positif ∞, et la première a par l'infini négatif $-\infty$, la variable

$$t = \varpi(x)$$

sera toujours croissante ou toujours décroissante, tandis que la variable x passera de la limite a à la limite a'.

» Pour montrer une application très simple des théorèmes qui précèdent, supposons

$$\varpi(x) = \operatorname{tang} \alpha x,$$

α désignant une constante réelle. Alors l'équation (1), réduite à

$$t = \operatorname{tang} \alpha x,$$

ou, ce qui revient au même, à

$$t = \frac{\sin \alpha x}{\cos \alpha x},$$

aura, comme on sait, toutes ses racines x réelles. Donc en vertu des théorèmes 5 et 6, les racines des deux équations (6) et (7), ou

$$\sin \alpha x = 0, \quad \text{et} \quad \cos \alpha x = 0,$$

étant réunies et rangées par ordre de grandeur, appartiendront alternativement à l'une et à l'autre équation, ce qui est exact. De plus, la fonction

$$t = \operatorname{tang} \alpha x$$

sera toujours croissante, tandis que la variable x croîtra, en passant d'un terme quelconque de la série

$$\ldots -\frac{3\pi}{2a}, \quad -\frac{\pi}{2a}, \quad \frac{\pi}{2a}, \quad \frac{3\pi}{2a}, \ldots,$$

qui offre les diverses racines de l'équation $\cos ax = 0$, rangées par ordre de grandeur, au terme suivant.

» Dans les théorèmes qui précèdent, la fonction $\varpi(x)$ était supposée réelle. Dans ceux qui suivent, elle est de plus rationnelle, c'est-à-dire représentée par une fraction dont les deux termes se réduisent à des fonctions entières de la variable x.

» 7ᵉ *Théorème.* $\varpi(x)$ étant une fonction réelle et rationnelle de x, si l'équation

$$\varpi(x) = t,$$

résolue par rapport à x, a toutes ses racines, pour une valeur réelle quelconque de t, les degrés des deux termes de la fraction rationnelle $\varpi(x)$, seront égaux ou différeront entre eux d'une seule unité; de plus les racines de chacune des équations

$$\varpi(x) = 0, \quad \frac{1}{\varpi(x)} = 0,$$

seront réelles et inégales; enfin toutes ces racines réunies et rangées par ordre de grandeur, de manière à former une suite croissante, appartiendront alternativement à l'une et à l'autre équation.

» 8ᵉ *Théorème.* $\varpi(x)$ étant une fonction réelle et rationnelle de x, si les degrés des deux termes de cette fonction ou fraction rationnelle sont égaux ou diffèrent entre eux d'une seule unité; si d'ailleurs les racines de chacune des équations

$$\varpi(x) = 0, \quad \frac{1}{\varpi(x)} = 0,$$

sont toutes réelles et inégales; si enfin ces racines, rangées par ordre de grandeur, appartiennent alternativement à l'une et à l'autre équation, alors, résolue par rapport à x, l'équation

$$\varpi(x) = t$$

aura toutes ses racines réelles pour une valeur réelle quelconque de la variable t.

» 9e *Théorème*. Les mêmes choses étant posées que dans le théorème 8, si l'on représente par

$$a_1,\ a_2,\ a_3, \ldots,$$

les racines finies de l'équation

$$\frac{1}{\varpi(x)} = 0,$$

rangées dans leur ordre de grandeur, de manière à former une suite croissante, la valeur de

$$t = \varpi(x)$$

sera toujours croissante ou toujours décroissante, tandis que la variable x croîtra en passant d'un terme de la série

$$(8) \qquad -\infty,\ a_1,\ a_2,\ a_3, \ldots, \infty,$$

au terme suivant.

» Posons, pour fixer les idées,

$$\varpi(x) = k\,\frac{\psi(x)}{\varphi(x)},$$

k désignant une constante réelle, et $\varphi(x)$, $\psi(x)$ désignant deux fonctions entières de x, dans chacune desquelles la plus haute puissance de x ait pour coefficient l'unité. L'équation

$$t = \varpi(x)$$

pourra s'écrire comme il suit :

$$\frac{t}{k} = \frac{\psi(x)}{\varphi(x)},$$

et pour bien comprendre le 9e théorème, il sera nécessaire de distinguer trois cas, suivant que la différence entre le degré de $\psi(x)$ et le degré de $\varphi(x)$ sera

$$1, \quad \text{ou} \quad 0, \quad \text{ou} \quad -1.$$

» Dans le premier cas, $-\infty$, $+\infty$, seront racines de l'équation

$$\frac{1}{\varpi(x)} = 0,$$

et la valeur du rapport

$$\frac{t}{k}$$

croîtra sans cesse en passant de la limite $-\infty$ à la limite ∞, tandis que la variable x croîtra en passant d'un terme de la série (8) au terme suivant.

» Dans le troisième cas $-\infty$, $+\infty$ seront racines de l'équation

$$\varpi(x) = 0,$$

et tandis que la variable x croîtra, en passant d'un terme a' de la série (8) au terme suivant a'', la valeur du rapport

$$\frac{t}{k}$$

décroîtra sans cesse, en passant de la limite 0 à la limite $-\infty$, si l'on a $a' = -\infty$, de la limite ∞ à la limite zéro, si l'on a $a'' = \infty$, et de la limite ∞ à la limite $-\infty$, si a' et a'' conservent des valeurs finies.

» Enfin, dans le second cas, $-\infty$, $+\infty$ seront racines de l'équation

$$\varpi(x) = k;$$

et, tandis que la variable x croîtra en passant d'un terme quelconque a' de la série (8) au terme suivant a'', la valeur du rapport

$$\frac{t}{k}$$

croîtra ou décroîtra sans cesse, en passant généralement de la limite $-\infty$ à la limite ∞, ou réciproquement, suivant que la plus petite racine $b_{,}$ de l'équation

$$\varpi(x) = 0$$

sera inférieure ou supérieure à la plus petite racine $a_{,}$ de l'équation

$$\frac{1}{\varpi(x)} = 0.$$

Ajoutons que la première des valeurs extrêmes du rapport $\frac{t}{k}$, si l'on a

$$a' = -\infty,$$

et la seconde, si l'on a

$$a'' = \infty,$$

devra cesser d'être infinie, et se réduira simplement à l'unité. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination et la transformation d'un grand nombre d'intégrales définies nouvelles; par* M. **Aug. Cauchy**.

« Des formules générales que j'ai données dans les *Exercices de Mathématiques*, et qui s'y trouvent déduites du calcul des résidus, fournissent immédiatement les valeurs d'une multitude d'intégrales définies, dont les unes étaient connues, les autres inconnues. Parmi ces formules, l'une des plus remarquables est celle qui détermine les valeurs des intégrales prises entre les limites $-\infty$, $+\infty$, et qui comprend comme cas particuliers quelques résultats obtenus par Euler et par M. Laplace. Or mes dernières recherches sur le calcul des résidus permettent d'étendre considérablement cette même formule, ou plutôt de la remplacer par d'autres qui peuvent être appliquées à la détermination ou à la transformation d'un grand nombre d'intégrales définies nouvelles. Je vais expliquer en peu de mots la marche que j'ai suivie pour arriver aux nouvelles formules dont il est ici question.

» Les théorèmes généraux de calcul intégral que j'ai présentés à l'Académie dans les précédentes séances servent à déterminer ou à transformer une intégrale définie, relative à n, ou plutôt la somme s des valeurs de cette intégrale qui correspondent aux diverses valeurs de x considérées comme une fonction implicite d'une autre variable t. Supposons maintenant ces diverses valeurs représentées par autant d'intégrales dont chacune offre pour seconde limite l'origine de l'intégrale suivante. Il est clair que, dans ce cas particulier, la somme s pourra être réduite à une intégrale unique que les théorèmes dont il s'agit serviront à déterminer ou à transformer. Tel est le principe très simple à l'aide duquel je déduis des formules générales précédemment établies celles qui forment l'objet spécial de ce nouveau Mémoire.

ANALYSE.

§ I^er^. *Formules générales.*

» La variable x étant liée à la variable t par l'équation

$$(1) \qquad F(x, t) = 0,$$

nommons $\Phi(x, t)$, $\Psi(x, t)$ les dérivées partielles de la fonction $F(x, t)$, relatives à x et à t. Soient de plus

$$f(x) \text{ ou } f(x, t)$$

une autre fonction de la variable x ou des deux variables x, t; et

$$\xi, \tau,$$

deux valeurs correspondantes de ces mêmes variables. On aura

$$(2) \qquad \int_\xi^x f(x)\,dx = -\int_\tau^t f(x)\frac{\Psi(x, t)}{\Phi(x, t)}\,dt,$$

ou plus généralement

$$(3) \qquad \int_\xi^x f(x, t)\,dx = -\int_\tau^t f(x, t)\frac{\Psi(x, t)}{\Phi(x, t)}\,dt,$$

pourvu que chacune des variables x, t reste fonction continue de l'autre, entre les limites de l'intégration. Pour que cette condition soit remplie, lorsque les deux variables restent réelles, il est nécessaire et il suffit qu'elles varient simultanément par degrés insensibles et que, pour des valeurs croissantes de l'une, l'autre soit toujours croissante, ou toujours décroissante, du moins entre les limites que l'on considère.

» Lorsque, dans une intégrale définie relative à x, on remplacera, comme on vient de le dire, la variable x par une nouvelle variable t, l'équation (1), qui caractérisera la relation établie entre les deux variables x et t, sera ce que nous appellerons l'équation *caractéristique*.

» On ne devra pas oublier que la variable t est regardée comme fonction de x, dans le premier membre de la formule (3), et la variable x comme fonction de t dans le second membre. D'ailleurs l'équation (1),

résolue, soit par rapport à t, soit par rapport à x, peut, dans une hypothèse comme dans l'autre, fournir ou une seule racine ou plusieurs racines diverses. Concevons, pour fixer les idées, que l'équation (1), résolue par rapport à x, fournisse diverses racines

$$x = x_1, \quad x = x_2, \ldots,$$

représentées par des fonctions de t qui se réduisent aux quantités

$$\xi = \xi_1, \quad \xi = \xi_2, \ldots,$$

dans le cas particulier où l'on suppose $t = \tau$. Puisque les deux variables x, t doivent, entre les limites de l'intégration, rester fonctions continues l'une de l'autre, il est clair qu'à chaque valeur de x considérée comme fonction de t, répondra, dans la formule (3), une seule valeur de t considérée comme fonction de x. Mais aux diverses valeurs de x, considérées comme fonction de t, correspondront généralement diverses valeurs de l'intégrale

$$\int_\xi^x \mathrm{f}(x, t)\, dx;$$

et en nommant s la somme de ces valeurs, c'est-à-dire en posant, pour abréger,

$$s = \int_{\xi_1}^{x_1} \mathrm{f}(x, t)\, dx + \int_{\xi_2}^{x_2} \mathrm{f}(x, t)\, dx + \ldots, \tag{4}$$

on tirera de la formule (3)

$$s = -\int_\tau^t \mathcal{E} \frac{\mathrm{f}(z, t)\,\psi(z, t)}{((\mathrm{F}(z, t))},$$

ou, ce qui revient au même,

$$s = \int_\tau^t \mathcal{E} \frac{((\mathrm{f}(z, t)\,\psi(z, t)))}{\mathrm{F}(z, t)}\, dt - \int_\tau^t \mathcal{E}\left(\left(\frac{\mathrm{f}(z, t)\,\psi(z, t)}{\mathrm{F}(z, t)}\right)\right) dt, \tag{5}$$

le signe $\mathcal{E}$ étant relatif à la variable auxiliaire z.

» Avant d'aller plus loin, nous avons une remarque importante à faire. Dans chacune des intégrales que renferme la formule (4), t est considéré

comme fonction de x. Mais la valeur de t en x pourra varier dans le passage d'une intégrale à une autre, si l'équation (1), résolue par rapport à t, offre plusieurs racines. En effet, la condition à laquelle cette valeur de t est assujétie, c'est que, dans chaque intégrale de la forme

$$\int_{\xi}^{x} \mathrm{f}(x, t)\, dx,$$

elle se réduise à τ pour $x = \xi$. Or la valeur de t qui remplit cette condition peut changer de forme avec la valeur de ξ. Si, par exemple, on a

$$\mathrm{F}(x, t) = x^2 + tx + t^2 - 1, \quad \text{et} \quad \tau = 0,$$

on trouvera pour valeurs de ξ

$$1 \quad \text{et} \quad -1.$$

Or l'équation

$$x^2 + tx + t^2 - 1 = 0,$$

résolue par rapport à t, donnera

$$t = -\tfrac{1}{2}x + \sqrt{1 - \tfrac{3}{4}x^2} \quad \text{ou} \quad t = -\tfrac{1}{2}x - \sqrt{1 - \tfrac{3}{4}x^2};$$

et de ces deux dernières valeurs de t, la première s'évanouira pour $x = 1$, la seconde pour $x = -1$. Remarquons toutefois que, si, dans cet exemple, les deux valeurs de t étaient présentées sous la forme

$$t = \tfrac{1}{2}x\left(-1 + \sqrt{\frac{4}{x^2} - 3}\right), \quad t = \tfrac{1}{2}x\left(-1 - \sqrt{\frac{4}{x^2} - 3}\right),$$

la première seule aurait la double propriété de s'évanouir à la fois pour $x = 1$ et pour $x = -1$.

» Revenons à la formule (5). Si le rapport

$$\frac{\psi(z, t)}{\mathrm{F}(z, t)}$$

ne devient infini que pour des valeurs nulles de $\mathrm{F}(z, t)$, si d'ailleurs le résidu de la fraction

$$\frac{f\left(\frac{1}{z}, t\right) \Psi\left(\frac{1}{z}, t\right)}{z^2 F\left(\frac{1}{z}, t\right)},$$

relatif à une valeur nulle de z, offre une valeur déterminée, cette formule donnera

$$(6) \qquad s = \int_\tau^t \mathcal{E} \frac{\Psi(z, t) \, ((f(z, t)))}{F(z, t)} dt - \int_\tau^t \mathcal{E} \frac{\Psi\left(\frac{1}{z}, t\right) f\left(\frac{1}{z}, t\right)}{((z^2)) \, F\left(\frac{1}{z}, t\right)} dt.$$

» Si l'on remplace $f(x, t)$ par un produit de la forme

$$f(x) f(t),$$

l'équation (6) deviendra

$$(7) \qquad s = \mathcal{E}((f(z))) \int_\tau^t \frac{\Psi(z, t)}{F(z, t)} f(t) \, dt - \mathcal{E} \frac{f\left(\frac{1}{z}\right)}{((z^2))} \int_\tau^t \frac{\Psi\left(\frac{1}{z}, t\right)}{F\left(\frac{1}{z}, t\right)} f(t) \, dt.$$

» Enfin, si l'on remplace $f(x, t)$ par une fonction $f(x)$ de la seule variable x, ou par une fonction $f(t)$ de la seule variable t, on trouvera dans le premier cas

$$(8) \qquad \begin{cases} \int_{\xi_1}^{x_1} f(x) \, dx + \int_{\xi_2}^{x_2} f(x) \, dx + \ldots = \mathcal{E}((f(z))) \, l \frac{F(z, t)}{F(z, \tau)} \\ \qquad - \mathcal{E} \frac{f\left(\frac{1}{z}\right)}{((z^2))} \, l \frac{F\left(\frac{1}{z}, t\right)}{F\left(\frac{1}{z}, \tau\right)}, \end{cases}$$

et dans le second cas

$$(9) \qquad \int_{\xi_1}^{x_1} f(t) \, dx + \int_{\xi_2}^{x_2} f(t) \, dx + \ldots = - \mathcal{E} \frac{1}{((z^2))} \int_\tau^t \frac{\Psi\left(\frac{1}{z}, t\right)}{F\left(\frac{1}{z}, t\right)} f(t) \, dt.$$

» Parmi les formes diverses que peut acquérir la fonction $F(x, t)$, on doit remarquer celles dans lesquelles les variables x, t sont séparées. Cette

séparation aura lieu, par exemple, si l'on pose

$$F(x, t) = t^n - \varpi(x),$$

n étant un nombre entier quelconque, et $\varpi(x)$ une fonction déterminée de x, c'est-à-dire, en d'autres termes, si l'équation (1) se réduit à

$$t^n = \varpi(x). \tag{10}$$

Dans ce cas, la formule (7) donnera

$$s = \mathcal{E}((f(z)))\int_\tau^t \frac{nt^{n-1}}{t^n - \varpi(z)} f(t)\,dt - \mathcal{E}\frac{f\left(\frac{1}{z}\right)}{((z^2))}\int_\tau^t \frac{nt^{n-1}}{t^n - \varpi\left(\frac{1}{z}\right)} f(t)\,dt. \tag{11}$$

Si l'on suppose en particulier $n=1$, l'équation (10) sera réduite à

$$t = \varpi(x), \tag{12}$$

et les formules (7), (9) donneront

$$s = \mathcal{E}((f(z)))\int_\tau^t \frac{f(t)}{t - \varpi(z)}\,dt - \mathcal{E}\frac{f\left(\frac{1}{z}\right)}{((z^2))}\int_\tau^t \frac{f(t)}{t - \varpi\left(\frac{1}{z}\right)}\,dt, \tag{13}$$

$$\int_{\xi_1}^{x_1} f(t)\,dx + \int_{\xi_2}^{x_2} f(t)\,dx + \ldots = \mathcal{E}\frac{1}{((z^2))}\int_\tau^t \frac{f(t)}{\varpi\left(\frac{1}{z}\right) - t}\,dt. \tag{14}$$

§ II. *Formules relatives au cas où les racines de l'équation caractéristique sont toutes réelles.*

» Parmi les résultats que l'on peut déduire des principes établis dans le premier paragraphe, on doit surtout remarquer ceux que l'on obtient, quand on suppose que l'équation caractéristique, résolue par rapport à la variable x, a toutes ses racines réelles pour une valeur réelle quelconque de la variable t.

» Admettons cette hypothèse; supposons encore, pour plus de simplicité, que l'équation caractéristique se présente sous la forme

$$t = \varpi(x), \tag{1}$$

$\varpi(x)$ désignant une fonction réelle et déterminée de x; et concevons d'abord que cette fonction $\varpi(x)$ se réduise à une fraction rationnelle. On pourra prendre

$$\varpi(x) = k \frac{\psi(x)}{\varphi(x)},$$

k désignant une constante réelle, et $\varphi(x)$, $\psi(x)$ deux fonctions entières de x dans chacune desquelles le coefficient de la plus haute puissance de x se réduise à l'unité. Cela posé, chacune des deux équations

$$\varpi(x) = 0, \tag{2}$$

$$\frac{1}{\varpi(x)} = 0, \tag{3}$$

et par suite aussi chacune des deux équations

$$\psi(x) = 0, \tag{4}$$

$$\varphi(x) = 0, \tag{5}$$

aura toutes ses racines réelles et inégales. Supposons que ces racines, rangées d'après leur ordre de grandeur, de manière à former une suite croissante, soient respectivement

$$a_1,\ a_2,\ a_3,\ \ldots, \tag{6}$$

pour l'équation (5), et

$$b_1,\ b_2,\ b_3,\ \ldots, \tag{7}$$

pour l'équation (4). Suivant ce qui a été dit dans le précédent Mémoire, deux termes consécutifs de chacune des suites (6), (7), comprendront entre eux un seul terme de l'autre suite, et les degrés des fonctions entières

$$\psi(x) = (x - b_1)(x - b_2), \ldots, \quad \varphi(x) = (x - a_1)(x - a_2), \ldots$$

seront égaux ou différeront entre eux d'une seule unité. On aura donc trois cas à considérer suivant que la différence entre le degré de $\psi(x)$ et

le degré de $\varphi(x)$ sera

$$1, \quad \text{ou} \quad 0, \quad \text{ou} \quad -1.$$

Si l'on nomme n le nombre qui représente les degrés lorsqu'ils sont égaux, et le plus grand des deux, quand ils sont inégaux, ces mêmes degrés seront respectivement, dans le premier cas,

$$n \quad \text{et} \quad n-1;$$

dans le second cas

$$n \quad \text{et} \quad n;$$

dans le troisième cas

$$n-1 \quad \text{et} \quad n.$$

On aura par suite, dans le premier cas,

$$t = k\,\frac{(x-b_1)(x-b_2)\ldots(x-b_n)}{(x-a_1)(x-a_2)\ldots(x-a_{n-1})}; \tag{8}$$

dans le second cas

$$t = k\,\frac{(x-b_1)(x-b_2)\ldots(x-b_n)}{(x-a_1)(x-a_2)\ldots(x-a_n)}; \tag{9}$$

et dans le troisième cas

$$t = k\,\frac{(x-b_1)(x-b_2)\ldots(x-b_{n-1})}{(x-a_1)(x-a_2)\ldots(x-a_n)}. \tag{10}$$

Voyons maintenant quelles seront, pour ces trois valeurs de t, les valeurs de la somme désignée dans le premier paragraphe par la lettre s.

» Dans le premier cas, tandis que la variable x passera d'un terme de la série

$$-\infty,\ a_1,\ a_2, \ldots,\ a_{n-1},\ \infty$$

au terme suivant, le rapport

$$\frac{t}{k}$$

croîtra sans cesse, en passant de la limite $-\infty$ à la limite ∞. Donc alors, dans les diverses formules du premier paragraphe, on pourra prendre pour

$$t \quad \text{et} \quad \tau$$

deux quantités finies quelconques. L'équation (8), résolue par rapport à x, fournira d'ailleurs, pour une valeur quelconque de t ou de τ, les valeurs correspondantes des quantités

$$x_1,\ x_2,\ \ldots,\ x_n,$$

ou

$$\xi_1,\ \xi_2,\ \ldots,\ \xi_n,$$

qui se trouveront comprises, la première entre les limites $-\infty$, a_1, la seconde entre les limites $a_1, a_2, \ldots$, la dernière entre les limites a_{n-1}, ∞.

» Si, pour fixer les idées, on prend

$$\tau = 0, \quad \frac{t}{k} = \infty,$$

la formule (4) du paragraphe II donnera

$$(11) \quad s = \int_{b_1}^{a_1} \mathrm{f}(x,\, t)\,dx + \int_{b_2}^{a_2} \mathrm{f}(x,\, t)\,dx + \ldots + \int_{b_n}^{\infty} \mathrm{f}(x,\, t)\,dx.$$

Si l'on prend au contraire

$$\frac{\tau}{k} = -\infty, \quad t = 0,$$

la même formule donnera

$$(12) \quad s = \int_{-\infty}^{b_1} \mathrm{f}(x,\, t)\,dx + \int_{a_1}^{b_2} \mathrm{f}(x,\, t)\,dx + \ldots + \int_{a_{n-1}}^{b_n} \mathrm{f}(x,\, t)\,dx.$$

Enfin si l'on prend

$$\frac{\tau}{k} = -\infty, \quad \frac{t}{k} = \infty,$$

on trouvera

$$s = \int_{-\infty}^{a_1} \mathrm{f}(x,t)\,dx + \int_{a_1}^{a_2} \mathrm{f}(x,t)\,dx + \ldots + \int_{a_{n-1}}^{\infty} \mathrm{f}(x,t)\,dx,$$

ou, ce qui revient au même,

$$(13) \quad s = \int_{-\infty}^{\infty} \mathrm{f}(x,t)\,dx.$$

D'ailleurs, la valeur de s que détermine la formule (11) ou (12), s'exprimera, en vertu de l'équation (6) du § I^er^, à l'aide d'intégrales définies relatives à t, et prises entre deux limites dont l'une sera zéro, l'autre étant $\pm\infty$. La même équation, appliquée à la valeur de s que détermine la formule (13), donnera

$$(14)\quad \pm\int_{-\infty}^{\infty} \mathrm{f}(x,t)\,dx = \int_{-\infty}^{\infty} \mathcal{E}((\mathrm{f}(z,t)))\frac{dt}{t-\varpi(z)} - \int_{-\infty}^{\infty} \mathcal{E}\frac{\mathrm{f}(z,t)}{((z^2))}\frac{dt}{t-\varpi\left(\frac{1}{z}\right)},$$

le double signe $\pm$ devant être réduit au signe $+$ ou au signe $-$, suivant que la constante k sera positive ou négative.

» Considérons maintenant le second cas où la valeur de t en x est fournie par l'équation (9). Dans ce cas, tandis que la variable x passera d'un terme de la série

$$-\infty,\ a_1,\ a_2,\ldots,\ a_{n-1},\ a_n,\ \infty,$$

au terme suivant, le rapport

$$\frac{t}{k}$$

croîtra ou décroîtra sans cesse, suivant que l'on aura $a_1 < b_1$ ou $b_1 < a_1$. De plus les deux limites entre lesquelles croîtra ou décroîtra le rapport $\frac{t}{k}$ seront généralement $-\infty$ et $+\infty$, ou $+\infty$ et $-\infty$. Seulement l'une de ces limites se trouvera remplacée par l'unité, quand l'une des limites de la variable x sera $-\infty$ ou ∞. Par conséquent on pourra prendre, pour

$$t \quad \text{et} \quad \tau,$$

dans les diverses formules du § I^er^, non plus deux quantités finies quelconques, mais deux quantités finies simultanément comprises soit entre les limites

$$k \quad \text{et} \quad \infty,$$

soit entre les limites

$$-\infty \quad \text{et} \quad k.$$

Si d'ailleurs on nomme

$$(15)\qquad -\infty,\ c_2,\ c_2,\ldots,\ c_{n-1},\ \infty,$$

les n racines de l'équation

$$\varpi(x) = k, \quad \text{ou} \quad \psi(x) = \varphi(x),$$

l'équation (9), résolue par rapport à x, fournira, pour une valeur quelconque de t ou de τ, les valeurs correspondantes des quantités

$$x_1, \ x_2, \ldots, \ x_n,$$

ou

$$\xi_1, \ \xi_2, \ldots, \ \xi_n,$$

qui se trouveront comprises, ou, la première entre les limites $-\infty, a_1$, la seconde entre les limites $c_1 \ a_2, \ldots$, la dernière entre les limites c_{n-1}, a_n; ou bien, la première entre les limites a_1, c_1, la seconde entre les limites $a_2, c_2, \ldots$, la dernière entre les limites $a_n, \ \infty$.

» Si, pour fixer les idées, on prend

$$\tau = k, \quad t = \frac{\infty}{b_1 - a_1} k,$$

la formule (4) du § Ier donnera

$$(16) \qquad s = \int_{-\infty}^{a_1} f(x, t) dx + \int_{c_1}^{a_2} f(x, t) dx + \ldots + \int_{c_{n-1}}^{a_n} f(x, t) dx.$$

Si l'on prend au contraire

$$\tau = \frac{-\infty}{b_1 - a_1} k, \quad t = k,$$

la même formule donnera

$$(17) \qquad s = \int_{a_1}^{c_1} f(x, t) dx + \int_{a_2}^{c_2} f(x, t) dx + \ldots + \int_{a_n}^{\infty} f(x, t) dx;$$

et il suffira d'ajouter la somme (16) à la somme (17), pour obtenir une nouvelle somme équivalente à l'intégrale

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x, t) dx.$$

D'ailleurs la valeur de s, que détermine la formule (11) ou (12), s'exprimera,

en vertu de la formule (6) du § I^{er}, à l'aide d'intégrales définies relatives à t, et prises entre les limites

$$k, \frac{\infty}{b_1 - a_1} k,$$

ou entre les limites

$$\frac{-\infty}{b_1 - a_1} k \text{ et } k.$$

Donc, à l'aide d'intégrales de la même forme, mais prises entre les limites

$$\frac{-\infty}{b_1 - a_1} k \quad \text{et} \quad \frac{\infty}{b_1 - a_1} k,$$

on pourra exprimer la valeur de l'intégrale

$$\int_{-\infty}^{\infty} \mathrm{f}(x, t) dx.$$

On se trouvera ainsi ramené de nouveau à la formule (14). Seulement, dans cette formule, le double signe $\pm$ devra être réduit au signe $+$ ou au signe $-$, suivant que la constante $\frac{k}{b_1 - a_1}$ sera positive ou négative.

» Si à la limite k de la variable t on substituait la limite zéro, il faudrait à n termes consécutifs de la suite

$$-\infty, c_1, c_2, \ldots, c_n, \infty,$$

substituer les quantités

$$b_1, b_2, \ldots, b_n.$$

D'ailleurs zéro sera renfermé entre les deux limites

$$k \text{ et } \frac{\infty}{b_1 - a_1} k,$$

ou entre les limites

$$\frac{-\infty}{b_1 - a_1} k \text{ et } k,$$

suivant que les deux quantités k et $b_1 - a_1$ seront affectées de signes contraires ou du même signe. On pourra donc, suivant que l'une ou l'autre condition sera remplie, déterminer encore, après la substitution dont il s'agit, et à l'aide des principes établis dans le § I^{er}, la valeur de la somme (16) ou (17), réduite, au signe près, à la suivante :

$$(18)\qquad \int_{a_1}^{b_1} \mathrm{f}(x,t)\,dx + \int_{a_2}^{b_2} \mathrm{f}(x,t)\,dx + \ldots + \int_{a_n}^{b_n} \mathrm{f}(x,t)\,dx.$$

Cette dernière somme comprend, comme cas particuliers, celles qui ont été déterminées par M. Richelot.

» Considérons enfin le troisième cas où la valeur de t en x est fournie par l'équation (10). Dans ce cas, tandis que la variable x croîtra en passant d'un terme de la série

$$-\infty,\ a_1,\ a_2, \ldots,\ a_{n-1},\ a_n,\ \infty$$

au terme suivant, le rapport

$$\frac{t}{k}$$

décroîtra sans cesse en passant généralement de la limite ∞ à la limite $-\infty$. Seulement l'une de ces deux limites se trouvera remplacée par zéro, quand l'une des limites de la variable x sera $-\infty$ ou ∞. Par conséquent on pourra prendre pour

$$t \text{ et } \tau,$$

dans les diverses formules du § I^{er}, non pas deux quantités finies quelconques, mais deux quantités finies simultanément comprises, soit entre les limites

$$0 \text{ et } \infty,$$

soit entre les limites

$$-\infty \text{ et } 0.$$

D'ailleurs, l'équation (10), résolue par rapport à x, fournira pour une valeur quelconque de t ou de τ, les valeurs correspondantes des quantités

$$x_1,\ x_2, \ldots,\ x_n,$$

ou

$$\xi_1,\ \xi_2, \ldots,\ \xi_n,$$

qui se trouveront comprises, ou, la première entre les limites $-\infty$, a_1, la seconde entre les limites b_1, a_2, ..., la dernière entre les limites b_{n-1}, a_n; ou bien encore, la première entre les limites a_1, b_1, la seconde entre les limites a_2, b_2, ..., la dernière entre les limites a_n, ∞.

» Si, pour fixer les idées, on prend

$$\tau = 0,\quad \frac{t}{k} = -\infty,$$

la formule (4) du § Ier donnera

$$(19) \quad s = \int_{-\infty}^{a_1} \mathrm{f}(x,t)\,dx + \int_{b_1}^{a_2} \mathrm{f}(x,t)\,dx + \ldots + \int_{b_{n-1}}^{a_n} \mathrm{f}(x,t)\,dx.$$

Si l'on prend au contraire

$$\frac{\tau}{k} = \infty, \quad t = 0,$$

la même formule donnera

$$(20) \quad s = \int_{a_1}^{b_1} \mathrm{f}(x,t)\,dx + \int_{a_2}^{b_2} \mathrm{f}(x,t)\,dx + \ldots + \int_{a_n}^{\infty} \mathrm{f}(x,t)\,dx;$$

et il suffira d'ajouter la somme (19) à la somme (20) pour obtenir une nouvelle somme équivalente à l'intégrale

$$\int_{-\infty}^{\infty} \mathrm{f}(x,t)\,dx.$$

D'ailleurs la valeur de s que détermine la formule (19) ou (20) s'exprimera, en vertu de la formule (6) du § Ier, à l'aide d'intégrales définies relatives à t, et prises entre les limites

$$0 \text{ et } -\infty . k,$$

ou

$$\infty . k \text{ et } 0.$$

Donc à l'aide d'intégrales de la même forme, mais prises entre les limites

$$\infty . k, \quad -\infty . k,$$

on pourra exprimer la valeur de l'intégrale

$$\int_{-\infty}^{\infty} \mathrm{f}(x,t)\,dx.$$

On se trouvera ainsi ramené encore à la formule (14). Seulement dans cette formule, le double signe devra être réduit au signe $-$ ou au signe $+$, suivant que la constante k sera positive ou négative.

» Je donnerai dans d'autres articles, de nombreuses applications des formules générales que je viens d'établir, et en particulier de la formule (14). J'examinerai aussi ce que deviennent ces diverses formules quand $\varpi(x)$ est une fonction transcendante. »

Sur un météore lumineux. — Note de M. **Richard**.

« Lundi dernier, étant à la campagne, dans le département de l'Eure, j'ai été témoin d'un phénomène météorologique dont j'ignore la nature. A onze heures dix minutes du soir, le ciel était complétement couvert, la pluie tombait avec abondance; j'aperçus au couchant un arc de cercle lumineux occupant dans le ciel une hauteur d'environ 45 à 50 degrés. La lumière était faible, quoique très distincte, et allait en s'affaiblissant, soit vers le centre du cercle, soit vers sa circonférence. Plusieurs personnes ont été comme moi témoins de ce phénomène. J'ignore à quelle heure il avait commencé à se montrer, et une demi-heure après le moment où je l'avais observé il durait encore. »

M. **Flourens** fait hommage à l'Académie de l'ouvrage qu'il vient de publier sous ce titre: *Analyse raisonnée des travaux de Georges Cuvier, précédée de son Éloge historique.*

M. **Kunth**, correspondant de l'Académie, fait hommage du troisième volume de son *Énumération générale des plantes*, renfermant 1400 espèces, dont 356 palmiers et 286 aroïdées.

RAPPORTS.

GÉOLOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. **Alexandre Leymerie** *intitulé:* Mémoire sur un terrain crétacé du département de l'Aube, contenant des considérations générales sur le terrain néocomien.

(Commissaires, MM. Élie de Beaumont, Alexandre Brongniart rapporteur.)

« Il peut paraître singulier, paradoxal même, d'entendre dire que la Géognosie, depuis qu'elle a pris, il y a environ soixante ans, la marche assurée d'une science d'observation, n'a point éprouvé de ces changements notables qui introduisent dans une science des principes et des doctrines qui la font entièrement changer de direction, et qui la rendent si différente de ce qu'elle était à son origine, que ce qui paraissait vrai alors ne l'est plus maintenant; de ces changements enfin qu'on peut regarder comme un renversement complet de la science.

» On doit faire remarquer cette fixité de principes en l'honneur de Werner, qui, le premier, a fait faire à la Géologie ces pas assurés et bien marqués.

» Werner avait établi dans les terrains qui composent la croûte du globe. de grandes divisions fondées sur l'ordre de leur superposition et par conséquent sur celui de leur formation.

» Cet ordre, déduit presque uniquement ou au moins principalement des observations faites en Saxe et dans quelques autres parties de l'Allemagne, s'est montré le même dans toutes les parties de la terre que les élèves de ce grand homme ont visitées et qu'ils visitent encore. C'est-à-dire que les terrains qu'il avait considérés comme les plus anciens, comme inférieurs, *au moins dans leur origine*, à tous les autres, ne se sont trouvés nulle part *réellement* ou *primitivement* dans une position inverse.

» Cependant la Géologie, depuis Werner, a fait des pas immenses et toujours en avant; elle a ouvert à l'observation et aux considérations les plus élevées et les plus piquantes, un champ presque sans bornes.

» C'est en disséquant, pour ainsi dire, les premiers et grands groupes reconnus par Werner, en observant de plus près leur structure, leur composition, leurs allures, en expliquant par des moyens simples les sortes d'infraction qu'ils semblaient présenter dans quelques cas à la loi des successions, c'est en trouvant dans la présence des débris organiques qu'ils renferment et dans l'examen scrupuleux de ces débris, des moyens nouveaux, riches et certains de déterminer, pour des terrains isolés, leur place dans l'ordre de superposition, qu'on a donné à cette science la certitude, l'éclat et l'intérêt qu'elle possède actuellement. La Géologie s'est étendue dans tous les sens, elle s'est associée à toutes les sciences, à l'histoire, aux arts; elle les a tantôt éclairés et tantôt enrichis de vues nouvelles.

» Ces progrès rapides résultent des routes si diverses, mais toutes fécondes en découvertes, que les géologues ont suivies selon leurs goûts, leurs études de prédilection et leur position respective.

» Les uns, pouvant parcourir de grands espaces, les étudier attentivement, y revenir au besoin, ont pu et su tirer de leurs propres observations, combinées avec celles des autres géologues, des considérations générales qui ont donné l'explication d'une multitude de faits d'apparence anormaux, de faits qui compliquaient et obscurcissaient l'ordre admis dans les superpositions et qui semblaient presque le renverser.

» D'autres en admettant les faits, mais cherchant à en combattre les explications, ont, par le procédé si aiguillonnant de l'opposition, rendu

encore plus ardents, mais plus prudents, le zèle et la marche des observateurs.

» D'autres enfin, dans des positions différentes, mais plus ordinaires et plus nombreuses, ont cherché à en tirer un parti utile à la science dans deux de ses directions, d'abord en découvrant dans la série des grandes superpositions connues, de nouvelles divisions d'époque ou de formation fondées sur les caractères généralement admis par les géologues pour ce genre de détermination, ensuite en décrivant avec une exactitude scrupuleuse et savante, les pays dans lesquels ils ont reconnu ces nouveaux groupes de terrain; enfin, en faisant voir par une nombreuse énumération des pays qui présentent ces nouveaux groupes, que ce ne sont pas des divisions arbitraires ou isolées, mais qu'elles jouent un rôle assez important dans la structure de l'écorce du globe pour être signalées et dénommées particulièrement.

» C'est ce que vient de faire, d'une manière si brillante et si savante, M. Murchison en Angleterre, pour les terrains anciens qu'il a nommés *siluriens*. C'est ce qu'a fait, avec moins d'éclat, parce que le sujet ne le comportait pas, mais avec autant de soin, de science et nous pouvons déjà dire de succès, M. Leymerie sur les terrains néocomiens du département de l'Aube, dans un Mémoire que l'Académie nous a chargés d'examiner.

» On avait réuni sous le nom de *terrain secondaire*, toutes les roches formées principalement par voie de dépôt ou de sédiment et sous ce titre on avait englobé un grand nombre de terrains du même mode de formation, mais d'époques très différentes.

» On fut donc conduit à établir dans cette masse puissante et variée de roches sédimentaires, des subdivisions ou groupes, maintenant assez nombreux, en ne comptant même que ceux qui sont généralement admis.

» Parmi ces groupes nous devons en signaler particulièrement deux, parce qu'il le faut, pour comprendre et apprécier le but et les travaux de M. Leymerie.

» L'un, dont tout le monde peut se faire une idée, est le *groupe crétacé* dont la craie blanche de Meudon forme la partie supérieure; l'autre est le grand et puissant *groupe jurassique*, dont les montagnes calcaires du Jura offrent le type; type dont il est encore facile de se faire une idée. Mais entre ces deux groupes se présentent, dans plusieurs localités, des couches et lits de roches qu'on ne peut rapporter, ni aux terrains crétacés qui leur sont supérieurs, ni aux terrains jurassiques sur lesquels elles reposent.

» Ce groupe a trop de roches et surtout de débris organiques différents pour être simplement et nettement caractérisé; il se lie même quelquefois au groupe crétacé et au groupe jurassique par quelques caractères communs, les uns minéralogiques peu importants, les autres tirés des débris organiques, ayant bien plus de valeur.

» L'un de nous avait senti autrefois la nécessité de distinguer ce groupe anormal, et il l'avait désigné sous le nom de *groupe épiolithique;* mais les limites assignées alors à cette réunion de roches et de corps organisés fossiles, qui n'appartenaient ni aux terrains crétacés, ni aux terrains jurassiques, étaient incertaines et empiétaient sur ces deux terrains.

» C'est cette division géologique, déjà établie sous le nom de terrain *néocomien*, beaucoup plus importante par son étendue qu'on ne l'avait cru, que M. Leymerie a reconnue dans le département de l'Aube, qu'il a parfaitement caractérisée et soigneusement décrite.

» Mais comme le département de l'Aube présente en outre, sous une grande puissance et sur une grande étendue, le terrain crétacé immédiatement supérieur au terrain néocomien, M. Leymerie a dû décrire ces deux terrains pour en mieux faire ressortir les caractères distinctifs.

» C'est donc cette formation particulière située entre les terrains crétacés et les terrains jurassiques, que M. Leymerie s'est proposé d'étudier dans tous ses détails.

» Nous avons déjà dit que ce terrain n'avait point été complétement oublié, mais que ses limites et ses caractères n'avaient pas été nettement déterminés. Cette partie du terrain infracrétacé, nommée néocomien, avait été soupçonnée par M. Élie de Beaumont en 1829 (1), et c'est à M. de Montmollin fils qu'on doit sa caractérisation plus précise et son nom de *néocomien*, de la ville de Neufchâtel, près de laquelle ce jeune géologue l'a reconnue, déterminée et décrite.

» Il ne faut pas croire que la part faite aux naturalistes qui l'ont entrevu, reconnu et même nommé avant M. Leymerie, lui enlève le mérite de son travail; car dans le Mémoire très long qu'il a rédigé sur ces terrains et sur les terrains crétacés qui les surmontent, dans les détails minéralogiques, paléontologiques et géographiques qui constituent ce grand travail, on trouve une multitude de faits dont la science s'est enrichie.

---

(1) *Annales des Sciences naturelles*, 1829, tome XVII, page 265, et tome XVIII, page 21.

» Nous ne pouvons ni analyser ce Mémoire, ni même exposer tous les faits et aperçus qui sont propres à M. Leymerie; nous nous contenterons d'indiquer la marche suivie par l'auteur et les aperçus qui nous ont paru les plus saillants.

» M. Leymerie a cru devoir étudier d'abord le terrain crétacé du département de l'Aube, non pas seulement comme description de géologie géographique, mais pour faire ressortir les différences qui existent entre l'époque de formation de la craie, et celle du terrain néocomien.

» On sait comment, par des observations assez récentes, le terrain crétacé, que l'on croyait restreint à la craie blanche de quelques parties de la France, de l'Angleterre et des îles Scandinaves, s'est montré étendu dans deux sens: d'abord en puissance et sous-formations fondées sur les différences des espèces de corps organisés fossiles de ses parties supérieures et de ses parties inférieures; ensuite dans le sens horizontal ou géographique, en reconnaissant les terrains crétacés dans des pays où l'on n'en soupçonnait pas la présence, tels que les Alpes, le midi de la France, quelques parties de la Saxe, etc.

» C'est au moyen de la comparaison des débris organiques enfouis dans ces terrains, que ces vraies découvertes géologiques ont été faites; c'est donc ce procédé si sûr que M. Leymerie a employé pour suivre ces terrains dans leur étendue géographique et dans leur puissante épaisseur, et pour reconnaître dans les terrains crétacés de l'Aube, les deux étages qui le constituent presque partout, la craie blanche et la craie verdâtre argileuse et sableuse. Il en fait connaître les roches, les minéraux et tous les corps organisés fossiles, en décrivant et représentant par de très bonnes figures toutes les espèces qu'il a regardées comme nouvelles ou mal connues.

» Les espèces de corps organisés fossiles du terrain crétacé de l'Aube sont d'environ 190, dont 45 nouvelles.

» Sur les 190 débris organiques, tant végétaux qu'animaux, 55 appartiennent à la craie blanche et 135 à la partie inférieure de cette formation, désignée par les noms d'argile téguline et de grès vert. Il rapporte une partie de ces argiles aux terrains également argileux, très caractérisés en Angleterre, et nommés *gault* par les géologues anglais.

» M. Leymerie évalue dans l'Aube à 150 mètres la puissance moyenne des trois étages du terrain crétacé, c'est-à-dire depuis la craie blanche jusqu'au *gault* inclusivement.

» C'est au-dessous de cette roche argileuse qui, retenant toutes les eaux du terrain supérieur, est devenue presque populaire dans ces derniers temps,

pour avoir été nommée comme le fond du bassin de l'eau jaillissante de Grenelle; c'est, disons-nous, au-dessous de cette roche que commence le terrain néocomien. Il se divise aussi en trois étages, caractérisés assez faiblement par les roches, mais éminemment par les fossiles organiques. L'une des roches de la première division est une argile plastique, qui en a tous les caractères, et qui en a tous les emplois en raison de sa plasticité et de son infusibilité. L'argile de forge, employée pour faire les pots ou creusets de verrerie, nous en offre un exemple élémentaire. C'est aussi dans cette division que se montrent les premiers minerais de fer exploitable, le fer oolithique et les fucoïdes végétaux, marque caractéristique des terrains crétacés en général et du terrain néocomien en particulier; enfin c'est dans la deuxième division, encore principalement argileuse, que se trouve le calcaire compacte pétri de petites coquilles caractéristiques de ces terrains, et qu'on nomme *exogyra*. Ce calcaire est quelquefois susceptible, par sa compacité, de recevoir le poli du marbre.

» La troisième assise offre une autre grande famille de mollusques, ce sont des débris d'un genre de la famille des oursins nommée spatangues.

» Cet étage repose sur le calcaire jurassique: il est souvent difficile de l'en distinguer, si l'on n'examine que son mode de stratification, ses roches et ses minéraux; mais quand on a recours à cet autre signe caractéristique qui n'a pas encore trompé, à la comparaison rigoureuse des débris organiques, on trouve dans les espèces du terrain néocomien et du terrain jurassique des différences frappantes, surtout si, pour éviter les discussions sur la réalité des ressemblances de quelques espèces, que les uns érigent en espèces distinctes, que d'autres ne considèrent que comme des variétés, on ne prend ses caractères paléontologiques que dans l'ensemble des dissemblances et des ressemblances.

» Après avoir ainsi caractérisé le terrain néocomien, avoir fait ressortir les différences qui le distinguent de la craie qui le recouvre, après en avoir fait remarquer toutes les particularités, telles que sa configuration extérieure lorsqu'il est dénudé, ses enfoncements ou gouffres, de 10 à 12 mètres de profondeur, qui absorbent toutes les eaux pluviales, M. Leymerie décrit toutes les parties du département de l'Aube qui appartiennent à ce terrain, et les compare avec les terrains analogues que l'on connaît en Angleterre, en France, en Allemagne, en Suisse près de Neufchâtel, d'où, comme nous l'avons déjà dit, lui vient son nom, etc.

» Nous ne suivrons pas plus l'auteur dans cette longue énumération que nous ne l'avons suivi dans la description des roches, des minéraux, des

minerais et des corps organisés fossiles de ces terrains. Il a rassemblé, décrit, figuré ces derniers avec un grand soin, et avec cette critique qui prouve que l'espèce que l'on cite est bien celle qui a déjà reçu le nom qu'on lui applique, si elle a été déjà décrite, ou qu'elle est réellement nouvelle pour la science.

» Ces descriptions sont bien faites, d'une bonne mesure. Les figures qui représentent les espèces nouvelles sont d'une grande perfection; car, comme l'un de nous l'a dit il y a longtemps, cette perfection est indispensable pour rendre utiles les représentations de ces corps qui diffèrent souvent si peu l'un de l'autre, et dont les différences cependant sont d'une si grande importance dans leur application à la géologie.

» M. Leymerie a mentionné 150 espèces du terrain néocomien, il les a décrites la plupart, les unes comme nouvelles, les autres comme susceptibles de quelques observations.

» L'ouvrage de M. Leymerie, dont nous n'avons pu donner qu'une idée générale à l'Académie, mais que nous avons étudié avec soin, est immense; il suppose dans son auteur l'association d'un travail minutieux par ses détails, fatigant par la persévérance qu'il a fallu mettre pour n'en négliger aucun et pour parcourir toutes les localités où l'auteur espérait retrouver et étudier les terrains, avec les études préliminaires et l'esprit de généralisation qu'il a fallu posséder pour établir les rapports que M. Leymerie a fait ressortir.

» Nous pensons que le travail de M. Leymerie mérite l'approbation de l'Académie et l'honneur de l'insertion dans les *Mémoires des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

(Pièces dont il n'a pu être donné communication à la précédente séance.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur la délimitation de l'onde dans la propagation générale des mouvements vibratoires; par* M. P.-H. **Blanchet.**

(Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Cauchy, Liouville, Duhamel.)

« Dans le tome X des *Mémoires de l'Académie des Sciences*, M. Poisson a démontré les lois de la propagation sphérique des mouvements vibratoires.

En se bornant à prendre les parties les plus considérables de ses intégrales, il a trouvé deux ondes sphériques. La forme des intégrales complètes montre qu'il peut y avoir entre les deux ondes des mouvements comparativement plus ou moins négligeables; mais il n'y a rien en-deçà de la plus petite onde, rien au-delà de la plus grande. Les intégrales de M. Ostrogratski présentent aussi ce dernier caractère. L'Académie n'a pas oublié sans doute toute l'importance qu'y attachait le grand géomètre qu'elle a perdu.

» Sur l'invitation de M. Liouville, j'ai entrepris de trouver le même caractère pour le cas général de la propagation des mouvements vibratoires dans les milieux élastiques cristallisés d'une manière quelconque. C'est l'objet de ce troisième Mémoire.

» Déjà, depuis longtemps, dans ses leçons au Collége de France, M. Cauchy avait trouvé une limite inférieure, pour ainsi dire, en évidence dans une certaine forme d'intégrale quadruple, qu'il a donnée à cette époque (1).

» Dans mon premier Mémoire, par la réduction des intégrales générales et par la discussion des intégrales réduites, j'ai établi les lois de la propagation dans le cas général. Les formules ne révèlent immédiatement aucune limite supérieure. Aujourd'hui, sans rien négliger, par l'application de l'un des premiers principes du calcul des résidus de M. Cauchy, à l'aide d'une transformation préalable fondée sur des considérations géométriques, je suis parvenu à traiter cette autre question, peut-être aussi difficile *à priori* que la recherche des lois de la propagation :

» *Il n'y a, en général, ni déplacement ni vitesse au-delà de la plus grande nappe des ondes.*

» J'ajouterai bientôt à ce travail les résultats de l'examen d'une particularité importante. »

---

(1) Dans les 7e et 8e livraisons de ses *Nouveaux Exercices*, pages 210 et 211, M. Cauchy traite fort simplement l'onde sphérique et l'onde ellipsoïdale : il avait déjà parlé des intégrales doubles dont on déduit la première dans un Mémoire daté des 31 mai et 7 juin 1830 (*Mémoires de l'Académie des Sciences*) ; mais je n'ai pas fait usage de ces cas particuliers, qui d'ailleurs sont des conséquences faciles de la question générale.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Méthode pour calculer les rouages ; par* M. **Pecqueur.**

(Commissaires, MM. Arago, Poncelet, Gambey, Piobert.)

Ce Mémoire est accompagné de la lettre suivante :

« Déjà, à deux époques assez éloignées (en 1818 et 1820), j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie deux Mémoires sur la découverte que j'avais faite d'un système de rouage dont les propriétés sont telles, qu'en combinant leur application, on peut obtenir des additions, des soustractions et des équations mécaniques. Comme ces propriétés deviennent, pour la science des machines, des éléments réellement nouveaux, leurs diverses combinaisons avec les éléments connus pourront, sans aucun doute, recevoir dans l'industrie de nombreuses et utiles applications.

» Dans mes premiers Mémoires, il a déjà été démontré qu'en adoptant ce système, on peut établir, entre des axes, des vitesses angulaires relatives quelconques, au moyen des roues dentées engrenant entre elles. Telles sont, en effet, les bases sur lesquelles j'ai voulu que reposât la nouvelle méthode par moi imaginée pour calculer les rouages, la seule avec laquelle on puisse résoudre tous les problèmes imaginables.

» Un Rapport fut fait sur cette méthode, à l'Académie des Sciences, en 1823, par MM. Arago, Breguet, et de Prony rapporteur. Mais cette méthode, il faut l'avouer, n'était guère alors qu'un essai, qu'une ébauche, si on la compare à celle qui devait en résulter. Elle avait besoin d'être revue sous plusieurs rapports, d'être mûrie: les rouages qu'elle donnait étaient compliqués et en grand nombre.

» Aujourd'hui ces rouages sont peu nombreux, extrêmement simples; la méthode qui les régit me paraît arrivée au plus haut degré de perfection où je puisse l'élever; elle est à la portée de toutes les intelligences, et d'une application incomparablement avantageuse. Je viens donc soumettre une dernière fois mon travail à la haute appréciation de l'Académie.

» Parmi les exemples d'application que je donne vers la fin du Mémoire ci-joint, qu'il me soit permis d'appeler l'attention sur deux instruments importants qui manquent encore à l'industrie : sur un *régulateur* propre à régler, à l'aide d'un pendule, la vitesse des moteurs; sur un *dynamomètre permanent*, qui a pour but non-seulement de mesurer la force totale d'un moteur et celle qu'il déploie dans tous les instants d'un travail utile, mais encore de mesurer la résistance totale ou partielle des machines, métiers, appareils, etc., qu'il fait mouvoir. »

ASTRONOMIE. — *Détermination de l'obliquité de l'écliptique, d'après les observations solsticiales; par* M. **Eugène Bouvard**. — *Détermination du même élément; par* M. **V. Mauvais.**

(Commissaires, MM. Arago, Damoiseau, Liouville.)

Nous rendrons un compte détaillé de ces deux communications quand les Commissaires auront fait leur rapport.

M. **de Meyendorff** adresse une *carte géologique de la Russie*, accompagnée d'un Mémoire explicatif.

(Renvoi à une Commission composée de MM. Beautemps-Beaupré, Cordier, Élie de Beaumont.)

M. **Mercier** adresse une Note en réponse à la réclamation de M. Civiale concernant des *recherches sur les brides de l'orifice interne de l'urètre.*

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Sorel** écrit relativement à un moyen qu'il a imaginé pour *durcir le plâtre.*

Ce moyen consiste à gâcher le plâtre avec une solution de sulfate de zinc neutre à 8 ou 10 degrés de l'aréomètre. « Le plâtre ainsi préparé peut, dit M. Sorel, être employé avec avantage pour les scellements des pièces en fer dans les maçonneries; il a cet avantage sur le plâtre commun, qu'il paraît préserver le métal de l'oxidation. »

(Renvoi à la Commission nommée pour le procédé de MM. Greenwood et Savoie.)

A.

(Pièces de la séance du 21 juin.)

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Notice sur les principaux résultats d'observations et d'expériences relatives à la coloration des tissus de l'Hydre, au retournement, à l'engaînement, à la greffe, aux monstruosités et à la maladie pustuleuse de cet animal; par* M. **Laurent.**

(Commission précédemment nommée.)

« *Coloration.* — I. Ayant pu constater, dans mes recherches, le siége des substances qui donnent aux Hydres leurs diverses couleurs naturelles,

j'ai dû tenter de modifier cette coloration des tissus vivants de ces animaux, d'abord en répétant les procédés de Trembley, et en instituant ensuite de nouvelles expériences à ce sujet. Je suis ainsi parvenu à colorer artificiellement, toutefois sans pénétration réelle dans le tissu, les Hydres vivantes en bleu, en rouge et en blanc, au moyen du carmin, de l'indigo et de la craie. Je mets sous les yeux de l'Académie, des Hydres colorées avec ces trois substances.

» Je dois ici faire remarquer que les bourgeons de ces Hydres ont acquis, dans le cours de l'expérience, la même couleur que leurs mères, tandis que la couleur des œufs persiste comme dans l'état naturel et ne subit aucune modification, quoique l'Hydre mère ait été nourrie avant et pendant ce mode de reproduction avec des substances colorantes, et que son corps et ses bras soient très vivement colorés.

» *Retournement et engaînement.* — II. Les expériences que j'ai dû répéter, relativement au retournement et à l'engaînement des Hydres, confirment les résultats de toutes celles qui ont été faites par Trembley. J'ai eu en outre occasion d'observer fréquemment des cas dans lesquels les Hydres se retournent et s'engaînent elles-mêmes naturellement.

» *Greffes.* — III. Les expériences de Trembley sur la greffe des Hydres ayant été tentées sans succès par Backer, je me suis attaché à instituer plusieurs genres d'opérations pour greffer ces animaux, et je suis parvenu à trouver des procédés très simples et très faciles qui ne sont qu'une imitation de ceux usités pour les végétaux.

» Je distingue trois sortes de greffes ou soudures que l'on peut obtenir en opérant, soit sur des individus adultes et entiers, soit sur les diverses sortes d'embryons gemmulaires, bouturains ou ovulaires, soit sur les diverses parties de ces individus de divers âges. J'ai cru devoir caractériser ces trois sortes de greffes d'Hydres par les trois sortes de surfaces mises en contact pour obtenir la soudure. Les procédés pour les obtenir sont la compression, la ligature et l'embrochement. Quelques jours avant de greffer, je donne aux Hydres des couleurs artificielles très vives, et je choisis toujours deux ou plusieurs individus de couleurs différentes pour les greffer les uns sur les autres.

» La première sorte de greffe est celle dans laquelle on produit la soudure de deux individus entiers au moyen du contact de deux surfaces dénudées, ou de plaies avec ou sans perte de substance. On doit rapporter à cette première sorte les greffes, soit de la moitié d'une Hydre bleue sur

une moitié d'Hydre rouge ou blanche, soit de trois tronçons appartenant chacun à une Hydre de couleur différente.

» La deuxième sorte de greffe se produit lorsque, après avoir obtenu le retournement naturel ou expérimental de deux ou trois Hydres, on les maintient en contact le temps nécessaire pour que la soudure des surfaces de la peau interne puisse avoir lieu. C'est donc une greffe d'Hydre par contact ou approche de leur peau interne, qu'on peut obtenir encore facilement.

» Enfin la troisième sorte de greffe ou celle résultant de la soudure de deux individus retenus longtemps en contact immédiat de leur peau externe ne réussit que rarement, et les Hydres, irritées par la compression ou la ligature qui les retient, se coupent souvent chacune en deux moitiés au lieu de se souder.

» *Monstruosités.* — IV. Les anomalies de développement sont très fréquentes chez l'Hydre. Les observations et les expériences que j'ai faites à ce sujet, me permettent de les grouper pour le moment dans un ordre qui permet de reconnaître et d'apprécier plusieurs sortes de monstruosités dont il n'est question, à ce que je crois, dans aucun traité systématique de Tératologie, ni dans les monographies sur l'Hydre.

» *Monstruosités provenant de diverses sortes de corps reproducteurs.* — Cet ordre est établi d'après les trois sortes de corps reproducteurs que présentent les Hydres.

» Les monstruosités de ces animaux se distinguent donc en

» 1°. *Monstruosités ovulaires*, c'est-à-dire qui peuvent se produire dans les œufs ou ovules.

» Quelque soin que j'aie mis à constater l'existence de cette première sorte d'anomalies, je n'ai point encore eu l'occasion de l'observer. Je donnerai plus tard la raison physiologique de la possibilité de non-existence de cette monstruosité.

» 2°. *Monstruosités gemmulaires*, c'est-à-dire résultant du bourgeonnement anormal. Je rapporte à ce genre d'anomalies :

» *a. Les Hydres à deux têtes* par persistance de continuité d'un bourgeon avec sa mère ;

» *b. Les Hydres à deux têtes* par soudure de deux bourgeons voisins qui se séparent ensuite de leur mère ou qui, continuant de lui être unis, forment ainsi une double monstruosité ; on a ainsi des Hydres à trois ou plusieurs têtes, plus ou moins espacées ou rapprochées, et toujours un seul pied ;

» *c. Les Hydres à deux ou plusieurs pieds.* Cette anomalie résulte de la transformation d'un seul ou de deux ou trois bourgeons en véritables pieds appartenant à un seul corps pourvu d'une seule tête.

» 3°. *Monstruosités bouturaires.* Ce dernier genre d'anomalie comprend toutes celles qui résultent du développement anomal des boutures ou fragments de tissus. Les principales sortes de ce genre sont :

» *a. Les Hydres à deux ou plusieurs têtes* par bourgeonnement double ou multiple d'une bouture;

» *b. Les Hydres à une seule tête et à deux ou plusieurs pieds ;*

» *c. Les Hydres sans tête,* à corps plus ou moins avorté et réduit à un seul pied.

» *Monstruosités par greffes.* — Il conviendra de joindre à toutes ces monstruosités, qui se produisent naturellement ou expérimentalement chez l'Hydre, toutes celles qu'on peut obtenir au moyen des diverses sortes de greffes que j'ai déjà indiquées.

» *Retour des monstruosités de l'Hydre vers l'état normal.* — J'ai constaté que toutes ces Hydres monstrueuses qui sont en état de se reproduire, ne donnent point naissance à d'autres monstres, et que leurs petits sont en général des individus normaux. Je suis parvenu également à déterminer les diverses conditions physiologiques au moyen desquelles on peut prolonger l'état monstrueux ou favoriser la tendance naturelle de plusieurs de ces monstres au retour vers l'état normal.

» *Production de la maladie pustuleuse à volonté de l'expérimentateur.* — V. Ayant enfin étudié l'influence des circonstances atmosphériques sur la production de la maladie pustuleuse des Hydres, je suis parvenu à prévenir ou à provoquer cette maladie, lorsque j'en ai eu besoin pour bien reconnaître que les pustules ne sont point des organes testiculaires, et que le liquide qui en sort, quoique contenant des corpuscules vibrants zoospermoïdes, ne peut être considéré comme faisant l'office de sperme. »

BOTANIQUE. — *Mémoire sur la théorie des boutures ; par* M. **BOUCHARDAT.**

(Commissaires, MM. de Mirbel, Ad. Brongniart, Richard.)

L'auteur passe successivement en revue les différentes circonstances qui peuvent favoriser ou contrarier, sur les tiges plongées dans l'eau, le développement des racines : il constate par voie d'expérience l'influence de la lumière, de la chaleur, celle de certains acides mêlés dans diverses propor-

tions au liquide ; il examine les conditions d'évolution des racines qui dépendent de l'état de la tige et celles qui tiennent à la nature de la plante; enfin il observe quels changements se produisent dans les organes d'un rameau placé dans les circonstances qui en peuvent faire une bouture.

Quand une tige feuillée dépourvue de racines est placée dans un vase plein d'eau, les parties vertes restent turgides pendant un temps souvent très long, mais sans prendre d'accroissement appréciable. L'eau pénètre d'abord par la section, mais cette voie diffuse et irrégulière ne tarde pas à être interrompue, du moins en grande partie, par la mortification de l'extrémité de la tige. Mais il existe des organes qui peuvent par un développement insolite, suppléer au défaut d'absorption résultant de cette altération: ce sont les *lenticelles,* organes dispersés irrégulièrement sur l'écorce et qui n'ont aucune communication avec l'intérieur. Ces lenticelles, essentiellement composées de tissu cellulaire, se gonflent par suite de l'immersion dans le liquide, deviennent très saillantes, et finissent par constituer des organes d'absorption que M. Bouchardat désigne sous le nom de spongioles caulinaires; elles se présentent alors sous la forme de masses blanches tubéreuses; quelquefois elles s'allongent comme de vraies racines, mais on peut toujours les distinguer de celles-ci, en ce que, même à cet état de développement, elles n'ont toujours de connexion qu'avec la partie extérieure de l'écorce.

Quand les spongioles caulinaires se sont développées sur une tige, sa conservation dans l'eau pure est assurée pour un temps indéfini; mais son accroissement reste nul ou insensible, car ce n'est point là un mode d'absorption normal. Il n'en est pas de même de l'absorption qui s'opère au moyen du développement d'organes spéciaux qui, d'abord confondus avec les lenticelles, en sont, d'après les observations de M. Bouchardat, essentiellement distincts. Considérant ces derniers organes comme les véritables bourgeons des racines, il les nomme des *rhyzogènes.*

« Au premier abord, dit-il, on pourrait confondre les rhyzogènes et les lenticelles; cependant avec un peu d'attention on voit que tandis que ces dernières sont dispersées sans ordre sur l'écorce, les autres y sont distribués d'une manière régulière. De plus, les lenticelles sont planes ou très légèrement bombées; les rhyzogènes, au contraire, forment des protubérances coniques: enfin l'examen microscopique montre que, tandis que les lenticelles sont, comme nous l'avons dit, essentiellement composées de tissu cellulaire et en connexion seulement avec la partie extérieure de

l'écorce, les rhyzogènes sont constitués par une association de vaisseaux et de tissus cellulaires, et ont une communication évidente avec l'axe ligneux. La conservation des parties vertes d'un rameau peut être le résultat du simple développement des spongioles caulinaires, ainsi que nous l'avons dit; mais c'est seulement par suite du développement des rhyzogènes que peut avoir lieu un véritable accroissement. »

Les parties de la tige inférieure au point où les rhyzogènes, en se développant, ont donné lieu à de véritables racines, se modifient d'une manière très sensible, et l'étude des changements qu'elle présente paraît, suivant M. Bouchardat, pouvoir fournir un nouvel argument en faveur de la théorie de M. Du-Petit-Thouars, sur le mode d'accroissement des plantes.

Pour la botanique proprement dite, la considération des rhyzogènes a aussi, suivant l'auteur, une certaine importance, et elle peut fournir de bons caractères pour distinguer les unes des autres des espèces voisines.

M. **Miergues** adresse une Note sur l'*étouffage des cocons* au moyen du gaz sulfhydrique.

(Commissaires, MM. de Silvestre, Chevreul, de Gasparin.)

M. **Vallot** adresse une Note sur l'anatomie de la *crevette des ruisseaux*, et sur la synonymie de ce crustacé.

(Commissaires, MM. Audouin, Milne Edwards.)

(Pièces de la séance du 14 juin.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Préfet de la Seine** invite l'Académie à lui faire connaître son jugement sur un *procédé de filtrage* proposé par M. *Souchon*, procédé dans lequel la laine est employée pour arrêter les parties les plus ténues des matières étrangères que l'eau tient en suspension.

MÉTÉOROLOGIE. — *Distribution de la chaleur à la surface de la terre; lignes isothermes.*

M. *Arago* a mis sous les yeux de l'Académie un ouvrage allemand de M. **Guillaume Mahlmann**, sur la distribution de la chaleur à la surface de

la terre, et une nouvelle carte des lignes isothermes. Cet ouvrage est, sans contredit, le travail le plus considérable qui ait été jamais exécuté sur une des plus importantes questions de la physique du globe. Il renferme les températures *discutées* de sept à huit cents points des deux continents. Les bandes isothermes qui en résultent, diffèrent en général très peu de celles que M. de Humboldt fixa dans son célèbre Mémoire de 1817. On y remarque seulement une petite diminution de déclinaison dans les parties correspondantes aux côtes occidentales d'Europe, et un tracé des lignes isothermes de 20 à 27°,5, moins parallèle à l'équateur qu'on ne l'avait admis jusqu'ici. M. Mahlmann examine en détail les complications spéciales aux climats de l'Inde; l'étendue et les limites d'influence du *Gulph-Stream;* les anomalies dont la chaîne des Alleghanis pourrait bien être la cause, etc. Les météorologistes ne liront pas avec moins d'intérêt, l'examen que M. Malhmann a fait des *équateurs de chaleur;* des quatre pôles frigorifiques admis par quelques physiciens; de cette question capitale: les sommets convexes et concaves des lignes isothermes marchent-ils? Enfin, tout le monde trouvera avec plaisir dans l'ouvrage, la table la plus complète possible des maxima et minima de température sous toutes les latitudes.

GÉOGRAPHIE. — En présentant à l'Académie de nouvelles cartes de M. **Charles Zimmermann**, le Secrétaire en a donné un aperçu à peu près en ces termes :

La première carte représente l'isthme entre le lac Aral et la mer Caspienne (le terrain compris entre Orenbourg et le Khanat de Khiva, sur l'Oxus); c'est le théâtre de l'expédition militaire des Russes en 1839. La carte de M. Zimmermann offre l'ensemble des routes des voyageurs depuis le XVIII[e] siècle, les traces de l'ancien état des bassins hydrauliques de l'Aral et de la Caspienne; des profils indiquant les deux nivellements géodésiques et barométriques entre la mer Noire et l'Aral. A ce travail est joint un Mémoire analytique qui renferme la discussion des positions et des recherches sur l'ancien cours de l'Oxus. La bibliothèque de l'Institut ne possédait jusqu'ici que la traduction anglaise de l'ouvrage de M. Zimmermann, publiée sous les auspices de la Société royale de Géographie de Londres.

La deuxième carte est celle de l'Asie centrale, comprise entre 32°40′ et 43° 6′ de latitude et les méridiens de 59° $\frac{1}{2}$ et 76° $\frac{1}{2}$. Elle est en 4 feuilles, et se fonde sur l'ensemble des observations astronomiques, des itinéraires

et des mesures hypsométriques. M. Zimmermann y a joint une cinquième feuille offrant, selon la méthode de M. Élie de Beaumont, la direction des *surgissements linéaires* entre la chaîne volcanique des monts Célestes (le Thian-chan des géographes chinois) et la chaîne de l'Himalaya. Un ouvrage in-4°, *Analyse géographique de la nouvelle carte de l'Asie centrale,* renferme la discussion de 300 positions d'une certitude très inégale; les positions des astronomes arabes comparées aux déterminations modernes; le tableau des fondements de nos connaissances actuelles (tableau bibliographique); un résumé hypsométrique de près de 250 points, où les hauteurs qui résultent de mesures barométriques sont soigneusement distinguées de celles qui ne se fondent que sur les degrés de l'eau bouillante. M. Zimmermann confirme par ces mesures, par le cours des eaux, par une foule de points dont la hauteur au-dessus du niveau de l'Océan est connue, par des considérations de température, de géographie des plantes et de certaines cultures (coton, grenadiers, orangers, canne à sucre), l'opinion déjà émise de la non-existence d'un plateau central continu dans l'Asie intérieure. Il n'y a, dans cette région, comme à Quito et autour du lac de Titicaca, que des intumescences partielles entre deux chaînes de montagnes. Au centre de l'Asie, là où l'Irtyche sort du lac Djaisang, sur le territoire chinois, le sol n'a que 300 mètres d'élévation absolue; c'est presque 200 mètres de moins que la hauteur du sol ou pavé de la ville de Munich. Les lacs Djaisang et Oustyamenogery, où l'on a porté un baromètre de Bunten, sont cependant plus près de la mer de l'Inde que de la mer Glaciale. Le plateau du Gobi, entre Péking et le lac Baigal, dont les géographes et les voyageurs avaient si longtemps exagéré la hauteur, n'a que la *hauteur moyenne* de 1000 mètres. La partie centrale de ce désert, près d'Ergi, n'a que 780 mètres au-dessus du niveau de la mer: ce n'est pas le double de la hauteur de Clermont. Cependant le désert de Gobi a été mesuré tout récemment, non par le moyen de l'eau bouillante, mais au moyen du baromètre, par des voyageurs expérimentés: l'astronome M. Fuss et le botaniste M. Bunge. Le Mémoire analytique de M. Zimmermann indique de grandes dépressions dans le plateau de la Perse, qui d'ailleurs, entre Téhéran et Persépolis, conserve assez généralement 1200 à 1400 mètres d'élévation.

GÉODÉSIE. — *Rapport fait au Bureau des Longitudes sur la détermination de la longueur de l'arc du méridien, compris entre les parallèles de Dunkerque et de Formentera.*

(Commissaires, MM. Mathieu, Daussy, Largeteau rapporteur.)

« Lorsque MM. Biot et Arago présentèrent, en 1808, au Bureau des Longitudes, les observations géodésiques et astronomiques qu'ils avaient exécutées pour prolonger jusqu'à Formentera la mesure de la méridienne de Dunkerque, une Commission, composée de MM. Bouvard, Burckhardt et Mathieu, fut désignée pour calculer ces observations et en déduire l'arc du méridien compris entre les parallèles de Dunkerque et de Formentera. Le résultat auquel est parvenue cette Commission de 1808, est consigné dans la *Connaissance des Temps* pour 1810, où l'on trouve, page 486, distance méridienne de Dunkerque à Formentera $= 1\,374\,438^{\text{m}},72$, et dans le 3e volume de la *Base du Système métrique*, où l'on voit, page 298, que cette même distance $= 705\,188^{\text{T}},77$, ce qui est l'équivalent de la longueur précédente. Dans ce même volume, pages 77 et 89, Delambre donne la longueur de l'arc de méridien compris entre Dunkerque et Montjouy $= 551\,583^{\text{T}},6$; en soustrayant cette quantité de la longueur totale de l'arc adoptée par la Commission de 1808, on a la longueur de l'arc partiel compris entre Montjouy et Formentera $= 153\,605^{\text{T}},17$.

» M. le colonel Puissant ayant présenté l'évaluation de cette dernière longueur comme affectée d'une erreur de 69 toises, le Bureau des Longitudes a chargé une nouvelle Commission, composée de MM. Mathieu, Largeteau et Daussy, de faire les calculs propres à éclaircir cette question. Nous venons vous présenter le résultat du travail auquel nous nous sommes livrés.

» Notre tâche était naturellement divisée en deux parties distinctes : 1° il s'agissait de déterminer, par des méthodes rigoureuses, la véritable longueur de l'arc dont l'évaluation était contestée; 2° l'erreur étant une fois reconnue, d'un côté ou d'un autre, il fallait montrer d'où provenait cette erreur. Enfin, quelques doutes ayant été élevés sur la manière dont avaient pu être faits les calculs de l'ancienne Commission, il était important de prouver que chacun des trois Commissaires avait fait les calculs des côtés de la chaîne des triangles entre Matas et Formentera, et des différentes parties de l'arc du méridien. Nous nous empressons de dire qu'il ne peut rester aucune incertitude à cet égard, et les calculs originaux

que nous présentons au Bureau viennent à l'appui de notre assertion, qui sera d'ailleurs confirmée par les explications que nous donnerons plus loin.

» Pour atteindre plus sûrement le but qui nous était proposé, nous avons opéré chacun de notre côté sans nous rien communiquer; les méthodes n'ont pas été les mêmes; nous avons fait usage de tables de logarithmes différentes, les points de départ n'ont pas été non plus complétement identiques. Aussi nos résultats présentent-ils quelques discordances fort légères que nous avons laissé subsister, parce qu'elles n'ont aucune importance et qu'elles témoignent de la complète indépendance de nos opérations. C'est surtout dans les azimuts qui nous ont servi à orienter la chaîne des triangles, que l'on peut remarquer les plus grandes différences. Au reste nous nous sommes rendu compte de l'influence de ces différences sur la longueur de l'arc de méridien compris entre Montjouy et Formentera, et nous avons reconnu qu'à une variation de $+1''$ dans l'azimut de départ, correspond une variation de $-0^T,1318$ dans la longueur de l'arc de méridien précédent.

» M. Mathieu a calculé les côtés des triangles en employant les angles que l'on trouve dans le volume publié par MM. Biot et Arago, pages 179 à 182, dans la colonne qui a pour titre : *Angles arrêtés par nous.* Ces angles résultent de certaines combinaisons que MM. Biot et Arago ont faites de leurs observations postérieurement au travail de la Commission de 1808, combinaisons sur lesquelles ces deux savants ont donné des explications fort étendues dans les notes imprimées à la suite de leurs observations. MM. Largeteau et Daussy ont adopté pour angles de leurs triangles, ceux que l'on trouve dans le même volume, pages susdites, dans la colonne qui a pour titre : *Angles arrêtés par la Commission.* Malgré ce titre, ces angles diffèrent de quelques dixièmes de seconde de ceux qu'avait effectivement employés l'ancienne Commission. Notre base de départ a été la longueur du côté Matas-Montserrat, telle qu'elle est rapportée page 837 du II^e volume de la *Base du Système métrique.* MM. Mathieu et Largeteau ont résolu les triangles comme des triangles sphériques, en se servant, M. Mathieu, des tables de Briggs à 10 décimales, et M. Largeteau des tables de Bagay à 7 décimales; M. Daussy a fait usage des tables de Callet, et a traité les triangles comme des triangles rectilignes, selon la méthode de Legendre. Malgré cette diversité de méthodes et de données, il n'y a que de légères différences entre les longueurs des côtés obtenues soit par l'ancienne Commission, soit par nous, comme on

peut le voir dans les tableaux annexés à notre Rapport. Nos résultats sont également bien d'accord avec ceux que M. Puissant a trouvés de son côté.

» Pour obtenir la longueur de l'arc du méridien, M. Mathieu, partant de l'azimut de Matas sur l'horizon de Montjouy $= 207^\circ 40' 15'',4$ (*Base du Système métrique,* vol. III, page 264) et de la latitude de Montjouy $= 41^\circ 21' 46'',6$ (*Base du Système métrique,* vol. III, page 549), a calculé les latitudes de Matas, la Morella, Saint-Jean, Montsia, le Desierto, Campvey et Formentera, puis l'azimut de chacun de ces points sur l'horizon du précédent; ensuite il a mené par les points que nous venons de nommer des arcs de grand cercle perpendiculaires au méridien de Dunkerque. Ces perpendiculaires interceptent sur le méridien de Dunkerque des arcs que M. Mathieu a calculés successivement; la somme de ces arcs $= 161\,796^T,586$, est sur le méridien de Dunkerque l'intervalle entre la perpendiculaire de Matas et celle de Formentera. Au nombre précédent ajoutant la distance de Dunkerque à la perpendiculaire de Matas $= 543\,286^T,4$ (*Base du Système métrique,* tome III, page 268), M. Mathieu a eu la distance de Dunkerque à la perpendiculaire de Formentera $= 705\,082^T,986$. L'arc de grand cercle mené par Formentera perpendiculairement au méridien de Dunkerque, ne se confond pas avec le parallèle de Formentera : ces deux arcs sont, sur le méridien de Dunkerque, distants d'une quantité que M. Mathieu a calculée et trouvée $= 173^T,005$. En ajoutant ce nombre au précédent, M. Mathieu a obtenu

Distance de Dunkerque au parallèle de Formentera $= 705\,255^T,991$.

Pour en déduire la distance méridienne de Montjouy à Formentera, il est évident qu'il suffit d'en retrancher la distance méridienne de Dunkerque à Montjouy, distance $= 551\,583^T,6$, comme nous l'avons vu plus haut, ce qui donne

Distance méridienne de Montjouy à Formentera $= 153\,672^T,391$.

» M. Largeteau a calculé cette dernière distance en faisant usage de la méthode de rectification proposée par Legendre. Au premier abord, il semble, à cause du grand éloignement où les sommets des triangles se trouvent par rapport au méridien de Dunkerque, que la méthode n'est pas applicable dans le cas actuel. Mais si l'on considère que dans tous les calculs de la nature de celui qui nous occupe, on suppose la Terre un ellipsoïde de révolution, on arrivera à cette conséquence que tous les méridiens sont égaux, et que les arcs de deux méridiens quelconques, com-

pris entre les mêmes parallèles, sont aussi égaux entre eux, et peuvent être pris l'un pour l'autre. D'où il résulte que si le méridien de Dunkerque est trop éloigné des triangles mesurés par MM. Biot et Arago, rien n'empêche de remplacer ce méridien par un autre méridien qui soit placé par rapport à ces triangles, de telle sorte que l'application de la méthode de Legendre devienne facile. Si l'on jette les yeux sur la carte des triangles, on reconnaît promptement que le méridien de Saint-Jean est convenablement placé; c'est aussi celui que M. Largeteau a choisi. Si l'on prolonge jusqu'à la rencontre de ce méridien les côtés Matas-Montserrat, Montjouy-Montserrat, la Morella-Montagut, le Tosal-Montsia, et que l'on joigne avec le Desierto le point de rencontre de ce dernier côté prolongé et du méridien, on formera une suite de triangles ayant un ou deux sommets sur le méridien, et qu'il suffira de résoudre pour avoir la longueur demandée de l'arc du méridien.

» Cette manière de procéder suppose que l'on connaisse l'orientation de la chaîne des triangles par rapport au méridien de Saint-Jean. Or, M. Méchain avait observé à Montjouy l'azimut de Matas; cet azimut $= 207° 39' 57'',5$ (*Base du système métrique*, tome II, page 149). M. Méchain avait aussi observé la latitude de Montjouy: cette latitude $= 41° 21' 44'',9$ (*Base du système métrique*, tome II, page 563). En partant de ces données, M. Largeteau a calculé l'azimut de Montagut sur l'horizon de Saint-Jean, et l'a trouvé $= 191° 48' 22'',98$. A cette occasion, nous ferons remarquer que la latitude observée de Montjouy ne sert qu'à passer de l'azimut de Matas sur l'horizon de Montjouy à l'azimut de Montagut sur l'horizon de Saint-Jean, et qu'une incertitude de quelques secondes sur la latitude de Montjouy serait pour cet objet sans aucune importance.

» Par les deux extrémités de la chaîne des triangles, Montjouy et Formentera, M. Largeteau a mené des arcs de grand cercle perpendiculaires au méridien de Saint-Jean; il a tenu compte de la distance méridienne comprise entre le pied de chacune de ces perpendiculaires et le parallèle correspondant, et il a ainsi trouvé

Distance méridienne de Montjouy à Formentera $= 153674^T,48$.

» M. Daussy a suivi une marche tout-à-fait différente; il a calculé, par les formules de Delambre (*Base du Système métrique*, tome III, pages 19 et suiv.), les latitudes et longitudes de tous les sommets des triangles, ainsi que l'azimut de chaque côté sur l'horizon de ses deux extrémités.

Pour ce calcul, M. Daussy est parti des données suivantes : latitude de Matas $= 41°30'29'',0$ (*Base du Système métrique*, tome III, page 268) ; azimut de Montserrat sur l'horizon de Matas $= 105°50'13'',1 - 25''$ (tome III, p. 264), la correction $-25''$ étant destinée à rapprocher les azimuts calculés par la suite des triangles de ceux qui ont été observés dans les points les plus voisins (*voir* tome III, page 206). Ensuite, à l'aide de la formule de Delambre,

$$P = -K\cos Z - \tfrac{1}{2}\frac{K^2}{N}\sin^2 Z \tang H + \tfrac{1}{6}\frac{K^3}{N^2}\sin^2 Z\cos Z\,(1 + 3\tang^2 H),$$

qui donne la longueur de l'arc de méridien compris entre les parallèles menés par les deux extrémités du côté K, M. Daussy a calculé les intervalles des parallèles menés par les extrémités des côtés Matas-la Morella, la Morella-Saint-Jean, Saint-Jean-Montsia, Montsia-le Desierto, le Desierto-Campvey et Campvey-Formentera. La somme de ces intervalles partiels a donné à M. Daussy l'arc de méridien compris entre les parallèles de Matas et de Formentera $= 161\,970^T,14$. M. Daussy a vérifié ce résultat en calculant les intervalles des parallèles menés par les extrémités des côtés Matas-Montserrat, Montserrat-Montagut, Montagut-Lleberia, Lleberia-Bosc, Bosc-le Tosal ; le Tosal-Arès, Arès-Espadan, Espadan-Cullera, Cullera-Mongo et Mongo-Formentera. Faisant la somme des résultats partiels, il a obtenu une nouvelle valeur de l'arc de méridien compris entre Matas et Formentera $= 161\,970^T,03$. De la moyenne de ces deux nombres $= 161\,970^T,08$, il a retranché $8294^T,42$, intervalle des parallèles de Matas et Montjouy, calculé avec l'azimut qu'il avait adopté, ce qui lui a donné

Distance méridienne de Montjouy à Formentera $= 153\,675^T,66$.

» En récapitulant ce que nous venons de dire, on voit que la distance méridienne de Montjouy à Formentera a été trouvée

	T
par M. Mathieu........	153 672,39,
par M. Largeteau.......	153 674,48,
par M. Daussy.........	153 675,66,
par M. Puissant........	153 674,01 :

les différences entre ces quatre résultats sont petites, et proviennent de la non-identité des points de départ. Ainsi l'erreur signalée par M. Puissant est incontestable. Ceci étant reconnu, nous avons dû rechercher quelle

avait été la cause de l'erreur dont est affecté le résultat adopté par l'ancienne Commission.

» Les calculs originaux, que nous venons de présenter au Bureau, ne disent pas d'une manière explicite quelle a été la formule employée; mais ils sont dans toutes leurs parties l'application exacte d'une formule donnée en manuscrit par Delambre à la Commission de 1808, formule que, plus tard, il a reproduite dans le III^{e} volume de la *Base du Système métrique*, pages 4 et suivantes, et dont il a donné un exemple numérique, page 190 du même volume. Pour nous assurer de ce que nous venons de dire, nous avons aussi suivi cette formule, en adoptant la distance de Matas à la méridienne de Dunkerque, 4691^{T},0 (*Base du Système métrique*, tome III^{e}, page 268), et en prenant, comme l'ancienne Commission, 51° 22′ 31″,37 pour l'azimut de la Morella sur l'horizon de Matas, azimut déduit conformément à la méthode de Delambre, de celui de Matas, observé à Montjouy. Pour ce calcul, M. Mathieu a de nouveau déterminé les longueurs de tous les côtés des triangles, en adoptant les mêmes angles que MM. Largeteau et Daussy.

» Nous avons ainsi calculé successivement la projection rectangulaire, par des arcs de grand cercle, sur le méridien de Dunkerque, des côtés Matas-la Morella, la Morella-Saint-Jean, Saint-Jean-Montsia, Montsia-le-Desierto, le Desierto-Campvey et Campvey-Formentera. La somme des arcs partiels a été trouvée

	T
Par M. Mathieu..............	161 902,808,
Par M. Largeteau...............	161 902,83 ,
Par M. Daussy.................	161 902,83 ,
L'ancienne Commission avait eu...	161 901,534.

(Nous avons déjà fait observer que les angles des triangles employés par l'ancienne Commission n'étaient pas tout-à-fait les mêmes que ceux qui sont imprimés dans l'ouvrage de MM. Biot et Arago, et que nous avons adoptés.)

» L'ancienne Commission, après avoir obtenu le nombre 161 901^{T},534, l'a ajouté au nombre 543 286^{T},4, qui est la distance de Dunkerque à la perpendiculaire de Matas (*Base du Système métrique*, tome III^{e}, page 268); elle a ainsi trouvé le nombre 705 187^{T},934 (*), qu'elle a présenté comme

---

(*) Ce nombre est celui que nous trouvons dans les calculs manuscrits de l'ancienne Commission; il diffère de 0^{T},84 de celui qui a été publié par M. Delambre, et dans la *Connaissance des Tems* pour 1810. Nous ignorons la raison de cette différence.

la distance méridienne de Dunkerque *au parallèle* de Formentera, tandis que c'est seulement la distance de Dunkerque *à la perpendiculaire* de Formentera. Pour avoir la distance entre les parallèles de Dunkerque et de Formentera, il faut, au nombre ci-dessus, ajouter la longueur de l'arc du méridien de Dunkerque, qui est compris entre le parallèle et la perpendiculaire de Formentera. Or, cette longueur, calculée suivant la formule de Delambre, employée par l'ancienne Commission, $= 169^{T},88$. Par conséquent si cette Commission n'eût pas fait l'omission que nous venons d'indiquer, elle eût dû trouver

Distance méridienne de Dunkerque à Formentera........ $= 705\,357^{T},814$.

» Si nous voulons estimer l'erreur qui, dans le cas actuel, est due à l'emploi de la formule de Delambre, à la distance de Dunkerque à Montjouy $= 551\,583^{T},6$, ajoutons la distance de Montjouy à Formentera $= 153\,674^{T},14$ (moyenne des quatre résultats obtenus par M. Puissant et par nous), et nous aurons

Distance méridienne de Dunkerque à Formentera....	$705\,257^{T}74$,
La formule de Delambre donne..................	$705\,357,81$,
Erreur de la formule de Delambre..............	$+\ 100,07$.

» Maintenant si l'on se reporte par la pensée au temps où l'ancienne Commission fut chargée de calculer les observations de MM. Biot et Arago, on comprendra facilement que les Commissaires durent prendre conseil de l'illustre astronome, dont l'autorité, en matière de géodésie, était et devait être si grande, et qui, alors même, était occupé de la rédaction du IIIe volume de la *Base du Système métrique*. Delambre, à l'occasion de la mesure de la méridienne de Dunkerque, à laquelle il a si glorieusement attaché son nom, avait abordé tous les problèmes de la géodésie; il avait, pour chacun d'eux, donné des solutions plus rigoureuses que celles qu'on avait avant lui, et s'était plu à les varier pour en tirer continuellement des moyens de vérification. Dans la question de la rectification d'un arc de méridien, il avait fait usage de plusieurs méthodes, et notamment de celle qu'ont suivie MM. Bouvard, Burckhardt et Mathieu : toutes avaient donné des résultats presque identiques; ce qu'il faut, sans aucun doute, attribuer à la direction de la chaîne des triangles mesurés par Méchain et par lui, chaîne qui était dans presque toute sa longueur traversée par le méridien de Dunkerque, d'où il résultait que tous les sommets des triangles étaient fort peu éloignés de ce méridien. Le passage suivant servira à faire connaître

l'opinion de Delambre sur la méthode de rectification employée par l'ancienne Commission.

« Jusqu'à nous, on avait déterminé les parties de la méridienne par » des perpendiculaires abaissées des deux extrémités de ceux d'entre les » côtés des triangles qui étaient moins inclinés à la méridienne. Cette mé- » thode, la plus simple de toutes, était sujette à plusieurs erreurs dont je » donne les corrections. Elles se réduisent à cinq petits termes, dont trois » se prennent à vue dans des tables, et les deux autres n'emploient que » des logarithmes constants ou connus par ce qui précède. Je me suis » avisé trop tard de ce moyen, que j'eusse préféré à tous les autres, et » que j'ai essayé avec succès sur l'arc entre Dunkerque et Bourges, cal- » culé déjà de tant d'autres manières. » (*Base du Système métrique*, tome III^e, pages 1 et 2 de l'avertissement.)

» Cette méthode, *la plus simple de toutes*, est précisément celle que la Commission de 1808 a suivie, en ayant égard aux cinq corrections qui devaient lui donner toute la rigueur désirable. Plus loin (page 3 de l'avertissement), Delambre ajoute : « Je recommanderais la méthode des per- » pendiculaires et celle des cordes comme les plus expéditives sans aucune » comparaison, comme celles qui offrent un accord plus grand et plus » constant entre toutes les parties de la méridienne et des triangles, enfin » *comme les seules* dont je me servirais en pareille occasion. »

» L'occasion ne tarda pas à se présenter, et l'influence assurément bien légitime de Delambre fit adopter par la Commission sa méthode de prédilection.

» Nous irons au devant d'une objection, quoique réellement elle ne puisse avoir rien de sérieux pour ceux qui ont mûrement réfléchi sur le système métrique :

» L'erreur de calcul que nous venons de signaler n'apportera-t-elle pas, dira-t-on, quelque modification à la longueur du mètre ?

La réponse est très facile.

» La longueur du mètre a été fixée d'une manière définitive par la Commission des poids et mesures ; cette longueur ne pourra ni ne devra jamais être changée.

» Le principal mérite de l'unité nouvelle consistait dans les opérations très précises qu'on exécuta pour donner les moyens de la retrouver si les étalons venaient à se perdre ou à être détruits. Ces moyens sont de deux sortes : le pendule et la longueur de l'arc du méridien qui joint Dunkerque et Montjouy. Quant au rapport simple qu'on essaya d'établir entre le mètre

et le quart du méridien, tous les savants durent comprendre dès l'origine que ce rapport serait jusqu'à un certain point hypothétique, qu'il impliquerait la parfaite exactitude de la mesure de l'arc du Pérou et la connaissance de l'aplatissement, que des opérations exécutées avec de meilleurs instruments pourraient bien montrer que le mètre adopté n'était pas rigoureusement la dix-millionième partie du quart du méridien; qu'en un mot le nouveau système porterait, en naissant, l'empreinte de l'état de la science contemporaine sur la question de la grandeur et de la figure de la Terre. Malgré ces petites incertitudes, on ne renonça pas au projet de faire du mètre une partie aliquote du quart du méridien, car c'était le seul moyen de donner à cette mesure de longueur un caractère de généralité dont pussent s'accommoder toutes les nations du monde.

» Si jamais on avait pu avoir l'étrange pensée de faire varier l'unité de longueur au fur et à mesure des progrès de la géodésie, on aurait été contraint de l'abandonner en voyant tant de mesures des méridiens et des parallèles manifester des irrégularités locales très considérables et prouver que le globe en masse n'est pas un solide de révolution. L'opération dont nous venons de calculer les résultats (la mesure de l'arc compris entre Montjouy et Formentera), celles qu'on a faites depuis en France, en Angleterre, en Allemagne, en Danemarck, dans l'Inde, n'ont eu et ne pouvaient avoir pour objet que l'étude délicate et importante de la figure de la Terre. Le mètre était hors de question; sa longueur, nous le répétons, a été fixée d'une manière absolue, définitive; les progrès de la géodésie, quelque grands qu'ils puissent être, n'y changeront rien; seulement et au besoin ils fourniraient de nouveaux moyens d'en retrouver la longueur.

» Si l'erreur commise dans l'évaluation de l'arc du méridien de Dunkerque compris entre les parallèles de Montjouy et de Formentera doit être, relativement à la valeur du mètre, regardée comme indifférente, il n'en est pas ainsi quant à la connaissance exacte de la figure du globe que nous habitons, et nous devons dire à cette occasion que M. le colonel Puissant a rendu un véritable service à la géodésie, en dévoilant une erreur de calcul qu'il était important de connaître et qui eût pu rester longtemps inaperçue.

» En résumé, la Commission de 1808 a fait une application exacte de la formule de Delambre, mais elle n'a pas eu égard à la distance entre le parallèle de Formentera et le pied de sa perpendiculaire. La formule de Delambre, qui suppose le parallélisme des méridiens, n'est pas applicable à des triangles qui, comme ceux de MM. Biot et Arago, sont très éloignés du méridien. Cette formule donne, pour l'intervalle entre les parallèles de

Montjouy et de Formentera, une distance trop grande de 100 toises; d'une autre part l'omission faite par la Commission de 1808 a causé une erreur en sens contraire de 170 toises, en sorte qu'en définitive l'arc obtenu par la Commission de 1808 est trop petit de 70 toises. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblements de terre dans les différents siècles et aux différentes époques de l'année.*

M. **Alexis Perrey**, agrégé à la Faculté des Sciences de Dijon, annonce, dans une lettre adressée à M. *Arago*, qu'il s'occupe de recherches historiques sur les tremblements de terre. A la Lettre est joint un spécimen de ce travail, que l'auteur donne dans le but de provoquer des remarques sur le plan qu'il a suivi et qu'il modifierait au besoin. M. Perrey exprime le regret de n'avoir pas à sa disposition plusieurs grandes collections de chroniques, dans lesquelles il trouverait probablement enregistrés un bon nombre des faits dont il s'occupe. Cependant les sources qu'il a pu consulter jusqu'ici lui ont donné pour 13 siècles (de 306 à 1583) un nombre de 262 tremblements de terre qui, répartis les uns par mois et les autres par saisons, semblent déjà faire pressentir l'existence d'une inégalité dans le degré de fréquence de ces sortes de phénomènes aux différentes époques de l'année. Nous reproduisons ici le tableau que M. Perrey a dressé.

MÉTÉOROLOGIE. — *Résumé, par mois et par siècles, des tremblements de terre, de 306 à 1583.*

SIÈCLES.	AVEC DATES DE JOURS OU DE MOIS.												AVEC DATES DE SAISONS SEULEMENT.		Sans autre date que celle de l'année.	TOTAL par siècle.
	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septem.	Octobre.	Novembr.	Décembr.	Automne et hiver.	Printemps et été.		
4e...........	1	″	1	1	″	″	1	1	″	1	″	1	2	″	8	17
5e...........	″	″	″	2	″	2	1	″	3	″	1	″	1	″	6	16
6e...........	1	1	″	2	2	1	3	2	1	1	2	4	1	″	6	27
7e...........	″	″	″	″	″	1	″	1	″	″	″	″	″	″	3	5
8e...........	3	3	″	″	″	″	″	″	″	2	1	1	1	″	8	19
9e...........	5	1	″	1	″	″	″	2	2	2	″	7	4	2	4	30
10e...........	″	″	″	1	″	″	″	″	″	2	1	″	″	″	4	8
11e...........	1	1	6	1	2	″	2	3	2	4	2	″	1	″	5	30
12e...........	4	3	″	3	2	3	″	2	2	1	″	4	3	″	7	34
13e...........	1	2	1	″	3	1	1	″	2	1	1	3	″	″	8	24
14e...........	3	″	1	″	1	3	″	″	1	1	″	1	1	″	3	15
15e...........	″	″	″	″	1	″	1	2	″	1	1	3	″	″	5	14
16e...........	2	1	1	3	1	2	″	1	2	1	1	4	″	″	4	23
Total par mois.	21	12	10	14	12	13	9	14	15	17	10	28	14	2	71	262
	Hiver... 43			Printemps... 39			Été 38			Automne..... 55						

Les deux mois de janvier et décembre en fournissent	au solstice d'hiver......	49
Juin et juillet................	au solstice d'été.........	22
Mars et avril..................	à l'équinoxe du printemps.	24
Septembre et octobre..........	à l'équinoxe d'automne...	32
Les six mois de octobre à mars, automne et hiver, en présentent..	112	= 191
de avril à septembre, printemps et été..........	79	

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Nouveau procédé d'iodage pour les planches destinées à recevoir des images photographiques.* — Lettre de M. GAUDIN.

« Ayant obtenu, comme je l'ai dit dans une précédente communication, avec le seul concours de la lumière, et sans l'intervention de la vapeur mercurielle, des images photographiques, je fus confirmé dans la croyance que le phénomène principal était la formation d'un sous-iodure d'argent insoluble. Je tentai donc une expérience propre à trancher la question; et son succès complet a sanctionné cette théorie.

» Je me suis dit: si la lumière enlève de l'iode à l'iodure d'argent, une nouvelle exposition à la vapeur d'iode devra effacer, et au-delà, l'impression de la lumière: j'ai donc exposé pendant plusieurs minutes, aux rayons directs du soleil, une plaque iodurée jusqu'à ce qu'elle eût acquis sur l'une de ses moitiés une teinte très foncée, ayant masqué l'autre moitié avec soin; puis j'ai exposé cette plaque, ainsi modifiée, à l'action du chlorure d'iode: enfin je l'ai placée dans la chambre obscure et soumise au mercure comme d'ordinaire. J'ai ainsi obtenu une épreuve sur laquelle l'œil le plus exercé ne pouvait distinguer aucune différence entre la moitié préalablement noircie aux rayons solaires, et l'autre moitié qui avait été dérobée à cette action; on pouvait seulement voir entre elle une ligne de démarcation infiniment légère.

» En second lieu, j'ai noirci à la lumière solaire directe, comme précédemment, une plaque iodurée jaune clair; puis je l'ai remise à l'iode jusqu'à formation de la couche rouge. Cette plaque, exposée à la chambre et à la vapeur mercurielle, comme d'ordinaire, m'a donné, pour une minute, une épreuve qui, sans cette opération, eût exigé 3 ou 4 minutes; ainsi, loin d'affaiblir la sensibilité de l'iodure d'argent, l'exposition préalable à la lumière accroît cette sensibilité, pourvu toutefois qu'à la fin de l'opération on évite, comme d'habitude, tout accès de lumière. J'ai même présenté au soleil, pendant une seconde, une plaque préparée au chlorure d'iode; et, après l'avoir exposée de nouveau au chlorure d'iode, j'ai obtenu des épreuves qui indi-

quaient tout au plus une diminution de sensibilité, uniquement sans doute parce que je n'avais pu détruire, par une nouvelle exposition au chlorure d'iode, l'effet de la lumière solaire, sans augmenter beaucoup l'épaisseur de la couche et diminuer par cela seul la sensibilité.

» Ainsi il est évident qu'on pourra désormais ioder les plaques en plein jour, puisqu'à la rigueur on pourrait le faire au soleil; pourvu qu'à la fin de l'opération on opère dans l'obscurité.

» En procédant ainsi en plein jour j'ai obtenu hier, en *deux secondes*, une très belle épreuve sur nature vivante.

» L'observation attentive de la première couche d'iodure, sur papier blanc largement éclairé par la lumière du jour, est de la plus grande importance, en ce qu'elle permet de découvrir sur la plaque les moindres défauts de préparation, et de bien juger le changement de couleur amené plus tard par le chlorure d'iode.

» Les plaques préparées au chlorure d'iode sont susceptibles de donner, avec le verre *rouge*, des épreuves formées en $\frac{1}{15}$ de seconde, néanmoins ces épreuves sont presque toujours voilées, soit que le verre rouge laisse encore passer des rayons excitateurs, soit que la plaque, malgré tous mes soins, fût préalablement impressionnée. Avec le verre *jaune* le voile est encore plus prononcé, et souvent la plaque soumise à l'insolation se noircit en peu de minutes sur toute sa surface, tandis qu'avec l'ancien iodure d'argent, au bout de deux ou trois heures de soleil, les noirs sont encore intenses.

» Ayant mis à mon appareil un diaphragme présentant quatre fois moins de surface que la diaphragme à portrait, et ne laissant pénétrer la lumière que pendant $\frac{1}{4}$ de seconde, j'ai constamment obtenu, avec le verre *rouge*, des images vigoureuses, mais présentant l'aspect des épreuves *rôties au maximum*, et n'étant pas, par cette raison, présentables.

» Le verre jaune agit tellement sur l'iodage, par le procédé Claudet, que j'ai constamment, avec le temps couvert, obtenu des épreuves passables, en masquant mon objectif avec un verre *jaune;* ce qui me fait croire que les plaques ainsi préparées sont sensibles aux rayons jaunes et susceptibles, par conséquent, de donner des épreuves avec la lumière artificielle et surtout avec la flamme sidérale, qui, malgré sa grande blancheur apparente, donne à l'ombre solaire une teinte d'un jaune pur. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur l'emploi du brome dans la photographie sur plaqué; par* M. FIZEAU.

« Le chlorure, et surtout le bromure d'argent, préparés par la voie humide, étant plus impressionnables à la lumière que l'iodure, il était permis d'espérer que leur application à la photographie sur plaqué conduirait à dépasser la sensibilité déjà si grande du réactif de M. Daguerre; aussi a-t-on fait un grand nombre d'expériences dans cette direction. En Allemagne on a employé le chlorure de brome, en Angleterre le bromure d'iode, avec lequel j'avais fait de mon côté quelques essais; enfin on a présenté à l'Académie, dans sa dernière séance, les beaux résultats obtenus à l'aide d'une méthode recommandée par M. Claudet: cette fois c'est le chlorure d'iode qui a été employé, et la sensibilité de la couche impressionnable s'est accrue suffisamment pour réduire à deux minutes la durée d'exposition dans la chambre noire.

» J'avais moi-même rencontré un moyen d'arriver à une sensibilité plus grande, par l'emploi du brome; mais l'annonce faite par M. Daguerre de procédés bien plus parfaits m'avait engagé à attendre leur publication. Le procédé de M. Claudet étant voisin du mien, je crois devoir indiquer la méthode dont je me sers :

» *La plaque iodurée ordinaire est exposée quelques instants à la vapeur d'une dissolution très étendue de brome dans l'eau;* la couleur de la couche sensible change peu sous l'influence du brome, de sorte qu'il faut un peu d'habitude pour apprécier le temps nécessaire à cette opération.

» La plaque ainsi bromurée jouit alors d'une grande sensibilité, et la durée d'exposition dans la chambre noire est réduite à un tiers de minute. Je parle ici de la chambre noire de M. Daguerre, à laquelle il est important de tout rapporter pour avoir des résultats comparables. En effet, la rapidité de l'opération dépend de l'intensité de la lumière, et l'intensité de la lumière au foyer d'une lentille étant donnée par la relation, $i = \frac{r^2}{d^2}$, r étant le rayon de l'ouverture et d la distance focale, on voit qu'en faisant varier ces deux quantités, on peut faire varier à volonté l'intensité. Il est vrai que deux causes, la réduction de l'image et l'aberration, empêchent d'augmenter indéfiniment cette intensité; mais cependant on a pu, à l'aide de simples modifications de construction, la faire varier suffisamment pour réduire la durée d'exposition dans la chambre noire à une ou deux minutes avec la plaque iodurée ordinaire.

» Il est inutile de dire que dans ces appareils et à l'aide des rayons continuateurs de M. Becquerel, les plaques bromurées permettront d'opérer avec une rapidité précieuse, surtout pour les portraits. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur un aérolithe tombé le 12 juin dans les environs de Château-Renard.* — Lettre de M. **Delavaux** à M. *Warden.*

« D'après l'intérêt que je sais que vous portez à tout ce qui se rattache aux sciences, je crois vous faire plaisir en vous informant d'un phénomène qui a mis en émoi toute la population de cette ville et des environs. Samedi dernier, 12 du courant, entre une et deux heures après midi, par un temps clair et serein, et une température de 17 à 18 degrés centigrades, le ciel n'offrant aucun nuage, nous avons entendu ici et aux environs une explosion plus forte que celle d'une des plus grosses pièces d'artillerie. Personne ne pouvait se rendre compte de ce bruit extraordinaire, sur lequel on a fait mille versions plus ou moins ridicules. Je soupçonnai qu'il ne pouvait être produit que par la chute d'un aérolithe, et hier, dans mes excursions, je me convainquis de la réalité de mes conjectures. D'après divers renseignements pris dans la campagne, je me rendis au champ de la Bourgonnière, entre les fermes des Thézars et des Petits-Marteaux, près du Ru de Villargis, commune de Triguères. Là je reconnus, sur le terrain caillouteux et fort dur, deux enfoncements circulaires et hémisphériques, distants l'un de l'autre de trente pas, dont le plus grand avait 35 centimètres de largeur et l'autre 30 seulement, et présentant une profondeur de 14 à 15 centimètres. Ils étaient encore environnés d'un grand nombre de petits fragments d'aérolithe. J'en recueillis à l'instant plus d'une cinquantaine. L'important était de s'assurer de pièces plus volumineuses et incontestables : j'en trouvai une fort belle chez le nommé Pyero, laboureur de la ferme des Petits-Marteaux, et j'en fis l'acquisition.

» Ce morceau pèse plus de 3 kilogrammes, et n'est point la moitié de l'aérolithe dont il a fait partie, comme il est facile d'en juger d'après sa forme. François Bertrand, autre cultivateur à la ferme des Grands-Marteaux, en a un morceau un peu moins pesant. Mais le plus volumineux des deux aérolithes, quoique brisé aussi, est celui qui est en la possession de M. Cendré, riche propriétaire de la commune de Triguères. Le principal fragment, que j'ai pesé avec une romaine, a un poids de plus de 15 kilog. M. Cendré en a encore un fragment de près de $1^{\text{kil.}},5$; un autre, provenant du même et de $\frac{1}{2}$ kilog. environ, est entre les mains de M. Petit, maire

de la commune et avocat distingué du barreau de Montargis. Il y en a aussi beaucoup de fragments entre les mains des villageois des environs. »

M. **Cordier**, à l'occasion de cette Note, annonce que le Muséum d'Histoire naturelle a déjà pris des mesures pour avoir des renseignements sur les circonstances qui ont accompagné la chute de cet aérolithe, et pour en obtenir des fragments.

M. **Arago** rappelle que les journaux ont parlé, il y a quelques mois, de la chute d'un autre aérolithe qui aurait été observée dans les environs de Beaune, et demande s'il ne conviendrait pas de faire à ce sujet des démarches semblables à celles dont vient de parler M. Cordier. Un employé du télégraphe a, dit-on, recueilli des fragments de cette pierre météorique, et pourrait probablement mettre sur la voie pour des recherches ultérieures.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un météore observé à Angers, le 9 juin.* — Lettre de M. **Morren** à M. *Arago*.

«J'ai lu dans plusieurs journaux qu'un météore lumineux assez remarquable avait été vu dans différentes localités, le 9 juin vers huit heures du soir; je crois donc devoir vous envoyer quelques renseignements sur le même objet, persuadé que si vous recevez d'ailleurs quelques détails précis, il sera facile d'établir l'identité du météore aperçu, à la même heure, dans différents lieux, et de calculer assez exactement la hauteur à laquelle il se mouvait au-dessus de la surface de la terre.

» Sa marche n'était pas rapide; ainsi qu'on l'a dit, il avait l'air d'une grosse étoile, laissant après lui une traînée lumineuse; pour tous les observateurs qui l'ont aperçu à Angers, il se mouvait de l'est à l'ouest et dans la moitié sud du ciel. Comme ce météore, dont la course semblait parallèle à l'horizon, a (pour quelques observateurs) rasé le sommet d'une allée d'arbres d'une direction à peu près semblable à la sienne, j'ai pu mesurer assez exactement la hauteur au-dessus de l'horizon, du point trajectoire qui m'a semblé le plus voisin de l'observateur.

» Cette hauteur est comprise entre 46 et 47° (division nonagésimale). Il a sensiblement conservé le même éclat pendant toute sa marche, dont la vitesse a paru régulière, et qui n'a été accompagnée d'aucun bruit. »

M. **Ledeux**, médecin des eaux thermales de Bagnoles (Orne), adresse

également à M. Arago quelques renseignements sur le même météore observé à Bagnoles et dans un village voisin.

M. **Blanchard** adresse une Note sur un moyen de communications rapides qu'il croit à tort nouveau, et qui consiste à employer la pression atmosphérique pour faire marcher, dans l'intérieur d'un conduit, la boîte contenant les dépêches.

MÉTÉOROLOGIE. — M. **Arago** dépose sur le bureau, deux nouveaux tableaux d'observations météorologiques faites en Sibérie, dans les établissements de M. *Démidoff*.

M. **Boucherie** adresse un paquet cacheté.

L'Académie en accepte le dépôt.

A.

(Pièces de la séance du 21 juin.)

M. le **Ministre des Travaux publics** transmet un exemplaire de l'ouvrage de M. *Surell* intitulé : *Études sur les torrents des Hautes-Alpes.*

MÉTALLURGIE. — *Emploi de la chaleur perdue des hauts-fourneaux pour l'affinage de la fonte; Note de* MM. **d'Andelarre** *et* **de Lisa**, propriétaires des forges de Tréveray; **Thomas** *et* **Laurens**, ingénieurs civils.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie du fer obtenu, en travail régulier, au moyen d'un nouveau four à puddler uniquement chauffé par les gaz du gueulard d'un haut-fourneau au charbon de bois. Ce four, dont nous avons combiné entre nous les dispositions, peut affiner 3000 kilogrammes de fonte par jour, quantité plus grande que celle produite par le haut-fourneau lui-même; ce résultat montre que la chaleur perdue d'un haut-fourneau suffit pour transformer en fer en barre toute la fonte qui en provient. Le fer obtenu jouit des mêmes propriétés que celui fabriqué anciennement à l'usine de Tréveray par le four d'affinerie au charbon de bois.

» L'idée d'appliquer la chaleur perdue des hauts-fourneaux à l'affinage de la fonte n'est pas nouvelle; mais jusqu'à présent, à notre connaissance, cette idée n'a pas donné naissance à un procédé industriel : nous aurons

l'honneur d'envoyer bientôt à l'Académie une Note sur les moyens que nous avons employés, dans laquelle nous parlerons des travaux et essais qui ont précédé les nôtres. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles recherches sur les combinaisons de la naphtaline : conséquences qui s'en déduisent relativement à la théorie des acides bibasiques, et sur l'état dans lequel se trouve l'azote dans les corps nitrogénés.* — Lettre de M. A. LAURENT.

« En poursuivant mes recherches sur l'isomorphisme des substances organiques, j'ai découvert de nouveaux faits qui me paraissent dignes d'être présentés à l'Académie. Je crois avoir résolu en partie les deux questions suivantes:

» Existe-t-il des acides bibasiques? ou plutôt, lorsque l'équivalent d'un acide renferme des demi-équivalents d'un corps simple, faut-il doubler l'équivalent de l'acide pour le rendre bibasique?

» Lorsqu'une substance organique, soumise à l'influence de l'acide nitrique, forme, avec l'oxigène de ce dernier, un équivalent d'eau, le reste des éléments de l'acide nitrique (Az^2O^4) entre-t-il dans le nouveau composé à l'état d'acide nitreux, ou d'acide hyponitrique, ou bien les éléments y sont-ils répartis d'une manière quelconque?

» En faisant bouillir l'acide nitrique avec la naphtaline, j'ai découvert (outre les 5 combinaisons nitrogénées que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie l'année dernière) deux nouveaux composés: l'acide naphtalique et l'acide nitronaphtalique.

La formule du premier est.... $C^{16}H^4O^3 + H^2O$,
Celle du second est......... $C^{32}H^6Az^2O^{10} + 2H^2O$.

On voit qu'en dédoublant celle de ce dernier, on peut le considérer comme de l'acide naphtalique dont un demi-équivalent d'hydrogène a été remplacé par un demi-équivalent d'acide hypoazotique:

$$C^{16}H^3(AzO^2)O^3 + H^2O.$$

Formulé de cette manière, l'acide nitro-naphtalique renfermerait des demi-équivalents d'hydrogène et d'azote. Pour éviter cette difficulté, il suffisait (en suivant l'usage ordinaire) de rendre l'acide bibasique. Or, en distillant ces deux composés, j'ai obtenu les deux acides anhydres et sublimés

sous la forme de belles aiguilles à base rhombe et dont les angles sont exactement de 58° et de 122°. Puisque ces deux acides sont isomorphes, il faut donc les formuler de même et admettre que l'acide nitro-naphtalique est monobasique; ou bien il faut faire de l'acide naphtalique un acide bibasique. L'isomorphisme de ces deux acides vient confirmer les idées que j'ai émises dans mes deux derniers Mémoires sur l'état dans lequel se trouve l'azote dans les corps nitrogénés, car voilà le quatrième exemple d'isomorphisme que j'ai découvert entre l'hydrogène et l'acide hypoazotique.

» Jusqu'à présent on n'a pu démontrer chimiquement la présence de l'acide hypoazotique dans les composés nitrogénés (acides nitropicrique, nitrophénésique, etc.). En distillant l'acide nitronaphtalique un peu brusquement, il s'est décomposé en dégageant des vapeurs très abondantes d'acide hypoazotique; je crois donc que l'on ne peut plus conserver de doute: les propriétés chimiques et physiques s'accordent pour démontrer l'existence de cet acide dans les composés nitrogénés.

» J'ai découvert un nouvel exemple d'isomorphisme entre l'hydrogène et l'ammonium, dans les deux composés suivants:

Acide nitronaphtalique.................. $C^{16}H^{3}(AzO^{2})O^{3} + H^{2}O$,
Nitronaphtalate d'ammonium.............. $C^{16}H^{3}(Az^{2}O)O^{3} + AmO$.

» J'ai admis autrefois l'existence d'un corps hypothétique que j'ai nommé *Imide* (HAz), en supposant qu'il pouvait remplacer l'oxigène dans quelques combinaisons. Cette hypothèse se change en certitude en examinant le fait suivant: le naphtalate d'ammoniaque donne, par la distillation, de la naphtalimide, dont la formule peut se représenter par

$$C^{16}H^{4}O^{2}(HAz);$$

comparant à l'acide anhydre,

$$C^{16}H^{4}O^{2}O,$$

on voit que la naphtalimide pourrait être regardée comme de l'acide naphtalique anhydre dont 1 équivalent d'oxigène serait remplacé par l'imide HAz. Après bien des tentatives infructueuses, je suis parvenu à préparer des cristaux de naphtalimide parfaitement nets, et j'ai vu que cette substance était isomorphe avec les deux acides naphtalique et nitronaphtalique anhydres.

» Qu'il me soit permis d'ajouter à cette Note la composition de quelques

nouveaux corps qui doivent servir à compléter des Mémoires que j'ai eu l'honneur de présenter l'année dernière à l'Académie.

» L'acide lipique, que j'ai obtenu en faisant bouillir l'acide nitrique avec l'acide oléique, a pour formule

$$C^{10}H^4O^3 + 2H^2O.$$

Celle de l'acide sublimé se représente par

$$C^{10}H^4O^3 + H^2O,$$

et celle de l'acide dans les sels est

$$C^{10}H^4O^3.$$

» J'ai analysé de nouveau la cinnhydramide, à l'aide des dernières méthodes; je n'y ai pas trouvé d'oxigène; sa composition est analogue à celle de la benzhydramide, et peut se représenter par la formule suivante :

$$C^{36}H^{14}Az^{\frac{4}{3}} + H^2,$$

c'est-à-dire par l'essence de cannelle, dont les 2 atomes d'oxigène sont remplacés par 2 équivalents d'azote ou $Az^{\frac{4}{3}}$.

» Parmi les composés qui se forment en faisant réagir l'ammoniaque sur le benzoïle, j'ai découvert un corps dont la composition peut se représenter par du benzoïle dont 1 équivalent d'oxigène serait remplacé par 1 équivalent d'azote, c'est-à-dire par

$$C^{28}H^{10}OAz^{\frac{2}{3}}. »$$

M. **Guyon** adresse une Note sur les restes d'éléphant qui ont été trouvés à diverses époques dans le nord de l'Afrique, et en particulier sur deux fragments découverts récemment à Philippeville. Ces fragments, qui consistent dans deux portions du condyle d'un fémur du côté droit, ont été trouvés dans l'enceinte même de la ville, à une profondeur d'environ 30 pieds, avec une multitude de morceaux de poterie et de débris antiques.

M. **Boutigny** écrit relativement à de nouveaux faits qu'il a observés en poursuivant l'étude des phénomènes qu'il nomme phénomènes de *caléfaction*.

Il annonce être parvenu *à obtenir, en trois secondes, la congélation de l'eau dans le fond du moufle d'un fourneau à coupelle chauffé à blanc.*

Dans la même lettre, M. Boutigny présente quelques considérations sur les analogies qu'il croit apercevoir entre les causes de certains phénomènes observés dans les corps à l'état sphéroïdal et les lois qui régissent les corps planétaires ou qui ont présidé à leur formation.

M. **Passot** demande l'autorisation de retirer diverses pièces qu'il a soumises au jugement de l'Académie et qui ont rapport aux machines à réaction.

La plupart de ces pièces ayant été l'objet d'un Rapport, ne peuvent, conformément au réglement de l'Académie, être rendues à l'auteur; mais M. Passot est autorisé à en faire prendre des copies dont la conformité avec les originaux sera garantie par le paraphe de MM. les Secrétaires perpétuels.

M. **de Paravey**, en adressant une Note imprimée sur la navigation des Arabes vers la Chine, rappelle ce qu'il a dit à une époque déjà ancienne sur les rapports nombreux existant, suivant lui, entre les constellations des planisphères égyptiens et celles des Chinois.

Dans la même Lettre, M. de Paravey appelle l'attention sur un fait mentionné dans les *Annales des Voyages*, tome XV: il s'agit d'un météore igné qui aurait causé un incendie dans des îles voisines de l'archipel de Chiloé.

M. **Chaussat** adresse ses remercîments à l'Académie, qui, dans sa séance du 22 mars dernier, lui a décerné le prix de Physiologie expérimentale pour ses *Recherches sur l'inanition.*

L'Académie accepte le dépôt d'un *paquet cacheté* présenté par M. **Donné**, et de deux *paquets cachetés* présentés par MM. **Grelley**, **Reittinger** et **Girardin**.

La séance est levée à 5 heures. **F.**

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 24, in-4°.

Annales des Sciences naturelles; tome XV, février 1841, in-8°.

Analyse raisonnée des travaux de Georges Cuvier, précédée de son Éloge historique; par M. FLOURENS; in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France; 15 mars à 3 mai 1841, in-8°.

Études sur les torrents des Hautes-Alpes; par M. AL. SURELL; Paris, 1841, in-4°.

Histoire académique du Magnétisme animal; par MM. BURDIN et DUBOIS, d'Amiens; 1841, in-8°.

OEuvres complètes de John Hunter; 14e livraison in-8°, et pl., in-4°.

Mémoire sur l'Étiologie générale des déviations latérales de l'Épine, par rétraction musculaire active; par M. GUÉRIN; in-8°.

Mémoire sur un cas de Luxation traumatique de la seconde vertèbre cervicale datant de sept mois et réduite par une méthode particulière; par le même; in-8°.

Recherches générales sur les Luxations congénitales; par le même; in-8°.

Vues générales sur l'étude scientifique et pratique des difformités du Système osseux; par le même; in-8°.

Mémoire sur l'intervention de la Pression atmosphérique dans le mécanisme des exhalations séreuses; par le même; in-8°.

Essai sur la méthode sous-cutanée; par le même; in-8°.

Annales de la Chirurgie française et étrangère; juin 1841, in-8°.

Traité de Pathologie iatrique ou médicale et de Médecine pratique; par M. PIORRY; 8e livraison, in-8°.

Nouvelle méthode de traitement dans l'empoisonnement par l'arsenic; par M. ROGNETTA; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; nos 68 et 69, in-8°.

Revue critique des Livres nouveaux; rédigée par M. CHERBULIEZ; 9e année, n° 6; 1841, in-8°.

Mémorial. — Revue encyclopédique; mai 1841, in-8°.

Revue progressive d'Agriculture, de Jardinage, d'Économie rurale et domestique; juin 1841, in-8°.

Extrait d'une nouvelle théorie de l'Univers; 1re partie, chap. VII; *par* M. AUBURTIN, de Sainte-Barbe; in-8°.

Des eaux courantes dans les fleuves et rivières; par M. LAIGNEL; in-8°.

Turbine Passot. — Procès de Besançon (deux Lettres); par M. PASSOT. (Extrait du *Moniteur industriel* et de l'*Écho des Halles et Marchés.*) In-fol.

Paléontologie française; par M. ALCIDE D'ORBIGNY; 22e liv., in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques et de Pharmacologie; juin 1841, in-8°.

Le Technologiste; juin 1841, in-8°.

Enumeratio plantarum omnium huc usque cognitarum secundum familias naturales disposita, adjectis characteribus, differentiis et synonymis; auctore C.-S. KUNCH; Stuttgardt, 1841, in-8°.

Proceedings... *Procès-Verbaux de la Société royale de Londres;* n° 47; in-8°.

Report... *Rapport sur les Observations enregistrées par l'Anémométrographe durant les années* 1837 *à* 1840; *par* M. FOLLET-OSSLER; Londres, 1841, in-8°. (Extrait du Rapport fait à l'*Association britannique pour l'avancement des Sciences.*)

The London... *Journal de Sciences et Magasin philosophique de Londres, Edimbourg et Dublin;* juin 1841, in-8°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 427, in-4°.

Bericht über... *Analyse des Mémoires lus à l'Académie des Sciences de Berlin, et destinés à la publication;* janvier, mars et avril 1841; in-8°.

Geographische .. *Analyse géographique de la carte de l'Asie intérieure; par* M. C. ZIMMERMANN; vol. Ier, in-4°, avec 5 planches.

Ertwurf... *Carte du théâtre de la guerre entre la Russie et l'état de Khiva; par* le même; Berlin, 1840, une feuille.

Verzeichniss .. *Cartes célestes publiées sous les auspices de l'Académie royale de Berlin, heures* 17 et 19; *avec le Catalogue des étoiles observées dans cette partie du ciel.*

Note de M. le Chevalier DE PARAVEY, *insérée dans le Journal asia-*

tique, et relative à un passage d'El-Bakoui sur les migrations des anciens Arabes vers la Chine; in-8°, $\frac{1}{4}$ de feuille.

Gazette médicale de Paris; tome IX, n° 25, in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n° 73 — 75.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 207, in-8°.

La France industrielle; 8e année, n° 24.

COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 JUIN 1841.

PRÉSIDENCE DE M. SERRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Remarque sur une méthode de rectification d'un arc de méridien, citée à la page* 1184 *du* Compte rendu *de la séance du* 21 *juin dernier; par* M. PUISSANT.

« En lisant avec attention, dans le *Compte rendu* de la dernière séance, le Rapport très circonstancié et fort intéressant qui a été fait dernièrement au Bureau des Longitudes sur la *détermination de la longueur de l'arc de méridien compris entre les parallèles de Dunkerque et de Formentera*, j'ai vu clairement comment MM. les Commissaires qui avaient été chargés de refaire tous les calculs relatifs à cette évaluation sont parvenus à découvrir la cause de l'erreur de 69 toises que j'avais signalée et qui infirmait les calculs de la commission de 1808. Les détails dans lesquels M. Largeteau est entré à ce sujet ne laissent plus aucun doute sur la manière dont cette première commission avait opéré; mais je crois devoir faire observer qu'il n'est pas conforme à la vérité de dire, dans le résumé du rapport, que la formule de Delambre relative à la projection orthogonale des côtés des triangles sur le méridien de Dunkerque n'est pas applicable aux triangles

de MM. Biot et Arago, à cause de leur éloignement de ce méridien. En effet, cette formule, qui est une généralisation de l'ancienne méthode, est encore très exacte dans la circonstance actuelle, pourvu qu'à chaque sommet de triangle on évalue les deux parties de l'angle $(Z+x)$ qu'elle renferme, ainsi que l'indique ce célèbre astronome (1). La première partie Z est la véritable inclinaison d'un côté sur le méridien de l'une de ses extrémités, et la seconde x est l'angle de *convergence* de ce méridien par rapport à celui sur lequel on effectue la projection, angle qui est une fonction de la longitude et de la latitude du point de départ.

» Ainsi, rigoureusement parlant, les azimuts $(Z+x)$ ne se trouvent pas en supposant les méridiens parallèles, à moins que la chaîne de triangles ne s'écarte que très peu du méridien principal; ce qui est le cas *sous-entendu* par Delambre, et où la méthode des perpendiculaires devient d'une extrême simplicité. Mais en évaluant généralement les azimuts dont il s'agit dans la supposition du parallélisme des méridiens, on se rapproche singulièrement de l'ancienne méthode, et voilà pourquoi l'on commet une énorme erreur de 100 toises dans la recherche de la distance méridienne de Montjouy à Formentera (2).

» Malgré la prédilection que Delambre paraissait avoir pour sa nouvelle méthode des perpendiculaires, je préfère à certains égards le procédé analytique à l'aide duquel j'ai pu vérifier si facilement et si promptement les longueurs des arcs de la méridienne de France. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Quelques réflexions sur la forme actuelle des bateaux à vapeur; par* M. SÉGUIER.

« La haute utilité de la navigation à vapeur, pour le transport des personnes et des marchandises, semble chaque jour être mieux comprise; aussi voyons-nous nos fleuves couverts de nombreux bateaux à vapeur, nos mers

(1) *Voyez* p. 3 du tome III de la *Base du Système métrique décimal*, ou mon *Traité de Géodésie*, tome I, p. 319.

(2) Pour calculer l'arc compris entre Greenwich et Dunkerque, Delambre dit positivement (page 189) que, dans l'application de la formule de la page 4, il a eu égard à l'écartement des méridiens, à cause de la différence de 2° 20′ en longitude. Il est donc évident qu'il est tout-à-fait étranger à l'erreur en question et qu'on a mal interprété sa formule.

sillonnées par des paquebots dont la puissance et le tonnage sont encore loin des limites qu'ils semblent devoir atteindre.

» Au milieu de ce grand développement industriel, comment se fait-il que nos immenses lignes de canaux terminés restent encore privées de cette industrie vivifiante? Les distances ne se trouveraient-elles pas économiquement et agréablement franchies, si un parcours rapide devenait praticable sur ces lignes le plus souvent si heureusement tracées? Avant de répondre à ces questions, remarquons tout d'abord qu'au milieu des nombreux perfectionnements apportés chaque jour à la navigation à vapeur, ceux qui touchent au mécanisme moteur, ceux qui portent sur l'appareil générateur de vapeur, sont plus fréquents que ceux qui reposent uniquement sur la forme du bateau ou navire destiné à ce genre tout particulier de transport par eau.

» Un examen attentif et réfléchi de la manière de procéder de l'esprit humain en matière d'invention et de perfectionnement, ferait reconnaître également que l'homme, en toute chose nouvelle, reste longtemps sous l'impression des idées reçues, des habitudes contractées; c'est en grande partie pour cela que nous voyons encore des embarcations destinées à être mues par une force dont le centre d'action est peu élevé au-dessus de la ligne de flottaison, façonnées comme des navires dont l'impulsion doit être opérée par l'action du vent recueilli sur des voiles tendues à de grandes hauteurs.

» Le vaisseau ou bateau à voiles n'emprunte qu'au vent seul sa cause de mouvement; ses formes n'en doivent pas moins satisfaire à des conditions variées ; il faut qu'il puisse marcher avec une cause d'impulsion tantôt directe, tantôt oblique, quelquefois presque opposée : les dénominations de vent arrière, vent largue, vent au plus près, sont consacrées pour désigner les relations entre la marche du corps flottant et la direction du vent qui le pousse. Ce problème compliqué doit satisfaire à des applications diverses d'une même force; il a été l'objet de longues et persévérantes études; il est aujourd'hui heureusement résolu par nos ingénieurs, dont les constructions servent de modèle. Pourquoi dans un navire à vapeur, où les conditions d'impulsion restent constamment les mêmes, vouloir faire face à des circonstances qui ne se présenteront jamais? Ces courtes réflexions sont plus que suffisantes pour démontrer que les œuvres vives d'un bateau ou vaisseau à vapeur peuvent et doivent être très différentes de celles d'un navire à voile.

» Nous pourrions très utilement consulter sur la forme à donner aux

coques destinées à la navigation à vapeur la construction des galères mues pendant tant de siècles à l'aide de rames; l'étude attentive des embarcations des sauvages eux-mêmes pourrait aussi nous fournir de précieuses indications; nous pourrions être amenés à reconnaître peut-être que c'est parfois dans les constructions où il semble y avoir le moins d'art qu'on découvre le plus de génie.

» Pour nous bien pénétrer de la justesse de cette réflexion, énumérons succinctement les conditions que doit remplir un bateau à vapeur: *Il doit porter la plus grande charge avec le moindre tirant d'eau*, c'est-à-dire que ses lignes d'eau doivent être tellement tracées que le déplacement total soit également réparti. Le bateau à vapeur doit *par-dessus tout offrir au liquide la forme de moindre résistance;* cette construction ne se conciliera avec la répartition du déplacement, qu'à la seule condition d'opérer celui-ci par des façons presque égales. Un bateau ainsi construit ne subira dans ses sections transversales que les diminutions indispensables pour la facilité de ses évolutions. Une telle disposition fait bien ressortir les avantages qui croissent avec la longueur des coques; mais elle offre le très grave inconvénient de ne leur laisser que peu ou *point* de stabilité: tout le monde sait avec quelle facilité chavirent les longues pirogues des sauvages, si légères à mettre en mouvement par de simples pagaies.

» C'est à des sauvages que nous emprunterons cependant les moyens de surmonter le défaut de stabilité, et de même qu'ils ont doté notre civilisation de la première idée des ponts suspendus, un jour peut-être reconnaîtra-t-on qu'on leur doit encore l'indication des constructions nautiques les plus appropriées à la navigation à vapeur.

» Si un bateau à vapeur était destiné à naviguer toujours parallèlement avec les courants, sa longueur pourrait être indéfinie sans inconvénient; ce serait même le plus simple moyen de diminuer sa maîtresse section, point capital que le constructeur ne doit jamais perdre de vue, puisque c'est du rapport de la surface du maître couple à celui de la puissance motrice, que dépend la vitesse du bateau; mais dès que la coque forme avec le courant le plus léger angle, la longueur devient un grand obstacle, car l'action incidente des eaux est proportionnée à cette même longueur. L'effort oblique du liquide n'est point le seul obstacle qui nuise à la marche d'un bateau à vapeur; l'impulsion latérale que lui communique le vent est bien plus défavorable, et ceci mérite quelques explications.

» Supposons un bateau remontant un fleuve, que le vent le pousse par le travers, il ira d'autant plus facilement en dérive qu'il présentera

plus de surface au vent et aura moins de pied dans l'eau. Nous avons vu cependant que la longueur et le faible tirant d'eau sont des conditions nécessaires et inséparables. Le bateau serait jeté promptement sur la rive sous le vent, si par l'action continuelle du gouvernail, sa direction n'était incessamment rectifiée. En une telle circonstance on doit maintenir le bateau le nez dans le vent; mais, dans cette manœuvre persistante, la résistance de la maîtresse section se trouve augmentée de toute la surface du gouvernail agissant sur le liquide; le bateau tombe encore pour son bord opposé dans l'inconvénient de l'incidence du courant précédemment signalée. La puissance motrice se trouve donc ainsi divisée par un maître couple considérablement augmenté, et le rapport duquel dépendait la marche, fortuitement détruit. Disons-le ici en passant, cette cause est une de celles des fréquents mécomptes que les constructeurs éprouvent dans la vitesse présumée des bateaux essayés pour une première fois, vitesse calculée par eux d'après les seuls rapprochements de la section maîtresse à la puissance motrice.

» Puisqu'un faible tirant d'eau est indispensable, qu'une grande longueur est un des meilleurs moyens de l'obtenir, comment obvier aux vices des constructions actuelles, présentant une si grande prise à l'action du vent, opposant si peu de résistance à la dérive. Un examen réfléchi nous fera reconnaître que de toutes les dimensions d'un bateau, une seule peut être réduite: c'est celle de la hauteur. A quoi bon, en effet, élever à 2 mètres au-dessus de la flottaison le plancher sur lequel se tiennent habituellement les voyageurs. Afin, dira-t-on, de leur ménager par-dessous un appartement; mais ils ne veulent pas l'habiter, la pluie seule les oblige à s'y réfugier. Dans la saison la plus active de la marche des bateaux, le temps de pluie n'est-il donc pas l'exception, et ne voyons-nous pas dans la locomotion sur terre, lorsque deux véhicules sont offerts au voyageur, l'un fermé comme une voiture à caisse, l'autre aéré comme un char à banc couvert, ceux-ci s'entasser dans le véhicule ouvert pour abandonner la voiture fermée? Les services de Paris à Saint-Germain et à Versailles par gondoles ou chemins de fer ne prouvent-ils point cette assertion? Pourquoi donc, dans un bateau dont le but principal est de faire franchir rapidement la distance entre deux points éloignés, en économisant le capital le plus précieux dont l'homme puisse disposer, nous voulons dire son temps, construire de vastes salons où le public ne veut point rester en prison, sur le toit desquels il s'obstine à stationner quelquefois même le parapluie à la main?

» De longs bateaux munis d'un léger abri en toile imperméable auraient

une supériorité incontestable de marche sur ceux actuellement en usage par la double raison que, plus légers, ils tireraient moins d'eau, et que, plus bas, ils offriraient moins de surface latérale à l'action du vent. De tels bateaux nous paraissent plus appropriés qu'aucun autre à la locomotion rapide par les communications hydrauliques.

» Dès que la tente légère aura été substituée à la lourde maison flottante, et nous disons que les habitudes du public indiquent cette substitution, nous nous trouverons dans des conditions de stabilité bien meilleures. Remarquons que le public attache une grande importance à la stabilité : généralement peu hardi, quoique entreprenant, l'oscillation latérale d'un bateau, le roulis, l'effraie : sur une rivière, avec une coque à fonds plats, sa crainte n'est pas chimérique, et autant l'ingénieur-constructeur, homme de mer instruit, se préoccupe peu du balancement sur les vagues de son navire à quille, autant son esprit s'inquiète lorsqu'il voit le centre de gravité placé très haut sur les bateaux de rivière, s'éloigner d'une ligne verticale menée par le métacentre. Si l'on faisait à la plupart des bateaux à vapeur sur lesquels on s'embarque, souvent pour une simple partie de plaisir, une application rigoureuse des lois de la statique, il pourrait bien arriver que la satisfaction que l'on recherche fût singulièrement atténuée par la somme des inquiétudes dont on ne saurait se défendre. C'est donc bien plus une île flottante qu'une maison sur l'eau que le voyageur réclame; en s'embarquant il regrettera bien moins l'abri de ses murailles et de son toit que la solidité de son plancher. La stabilité n'est pas seulement chose agréable, bien que l'agrément soit une des raisons de succès d'une industrie qui sert parfois à nos plaisirs; c'est chose utile, c'est une condition de sûreté; et si le public confiant donne la préférence au bateau sur lequel il lit en gros caractères : *machine inexplosible*, peut-on douter de la faveur qu'il accordera à ceux qui lui offriront une garantie d'inversabilité par le seul fait de leur construction, et qui, soit dit en passant, présentera plus de sécurité réelle que certaines inscriptions applicables à tout bateau qui ne s'en est pas encore rendu indigne par une explosion.

» Nous venons d'énumérer succinctement les conditions à remplir de la part d'un bateau vis-à vis des voyageurs qui se confieront à lui; jetons un coup d'œil plus rapide encore sur les obligations d'un bateau vis-à-vis des cours d'eau qu'il doit parcourir; nous dirons, en finissant, un seul mot sur la manière d'établir des rapports profitables entre le bateau et la caisse de l'administration qui le fait naviguer.

» Les exigences de construction dépendent du service que le bateau doit faire; ainsi tout naturellement les bateaux à vapeur peuvent être classés suivant leurs destinations : ceux destinés à la mer, qui ne devraient pas quitter la dénomination de navires à vapeur, sont construits pour naviguer dans des eaux profondes; leurs formes doivent être appropriées au double moyen d'impulsion dont ils sont pourvus; une mâture assez basse les met à même de joindre la puissance du vent à celle de la vapeur. Le peu d'élévation de leur gréement permet de diminuer la hauteur de leur quille; la nécessité d'assurer leur stabilité sur la vague oblige néanmoins à leur tenir assez de pied dans l'eau pour que leur centre de gravité soit toujours convenablement placé pour les ramener à leur position normale.

» Des expériences récentes viennent d'être tentées pour allier plus convenablement la puissance du vent avec celle de la vapeur. Les résistances des roues à aubes se font sentir quand le navire est sous voiles et que la machine ne fonctionne pas; la surface des mâts et celle du gréement arrêtent à leur tour quand le navire court vent debout, poussé par la seule puissance mécanique. Nous faisons des vœux sincères pour que la solution essayée soit d'une suffisante simplicité pour devenir pratique d'une manière générale.

» Une seconde catégorie de bateaux à vapeur est celle qui fait exclusivement le service des rivières : *bateaux à vapeur* est bien le nom qui leur convient; ils doivent réunir deux qualités essentielles : marche rapide, faible tirant d'eau. Il est évident que ces qualités peuvent leur être assurées simultanément par le fait de leur longueur; mais leur faible tirant d'eau, condition impérieusement obligatoire sur nos rivières si peu profondes, rend difficile la solution du problème de la stabilité. Lutter avec succès contre l'action des vents et des courants, ne sont pas les seules obligations d'un bateau à vapeur; il ne leur suffit pas d'aller vite, ils doivent encore ne pas causer de remou par suite de cette vitesse. Éviter les dégradations des berges par les mouvements de clapotis communiqués au liquide lors de leur passage est une condition non moins essentielle; son accomplissement peut seul ouvrir à la navigation à vapeur les voies nouvelles des canaux. Des expériences récentes faites en Angleterre, répétées avec succès en France, prouvent qu'avec une certaine vitesse en rapport avec la largeur et surtout avec la profondeur des canaux, un minimum de clapotis peut être obtenu. La forme du bateau joue un rôle aussi important que la vitesse dont ils doivent être animés. Comme c'est de la naviga-

tion des bateaux par la vapeur que nous voulons surtout parler, nous voici rentrés dans notre thèse particulière.

» Pour qu'un bateau avance dans un liquide, il faut qu'il refoule ce liquide devant lui, qu'il le fende ou déplace latéralement, ou qu'il s'élève lui-même en partie au-dessus. Ces trois modes d'agir ont été le motif des diverses formes assignées à l'avant des bateaux. Auxquelles donner la préférence parmi toutes celles proposées? à celle que l'expérience sanctionne et dont les bons effets peuvent être rationnellement expliqués; car des résultats obtenus dans des circonstances appréciables peuvent seuls être reproduits à volonté et ne sont point livrés aux incertitudes d'un heureux hasard. Sans être exclusif, nous avons examiné impartialement comment se comportaient les bateaux qui fendent le liquide; nous avons vu l'effet produit sur l'eau par ceux qui prétendent s'élever au-dessus d'elle: notre conviction est qu'une fusion de ces deux systèmes doit assurer le succès. Pour qu'il soit réel, il faut qu'il soit obtenu économiquement. Indiquons donc dans quelles conditions la solution d'une navigation tout à la fois rapide et économique peut être résolue.

» Un service public est fait avec économie lorsqu'à un matériel de création peu dispendieuse, d'un entretien peu coûteux, on ajoute un faible personnel et des frais d'impulsion peu élevés. Cette nature d'économie est la plus importante, car elle repose sur une diminution de dépenses journalières; elle porte principalement sur la production de la puissance et sur sa bonne application. L'économie de production tient, tant à la disposition des générateurs qu'au mode d'action de la vapeur dans la machine. L'économie dans l'application résulte du bon emploi de la force générée pour l'impulsion du bateau. Le système mécanique du moteur, les dimensions des roues et des palles, jouent un grand rôle dans la solution du problème économique. Les machines à moyenne pression, à détente et condensation, qui brûlent la moindre quantité de combustible, sont évidemment celles qui doivent recevoir la préférence. Ajoutons en terminant que des machines légères qui génèrent leur puissance par des mouvements d'organes mus parallèlement à la ligne d'axe du corps flottant ont le grand avantage de ne point communiquer au bateau des vibrations qui paralysent sa marche. Nous venons d'indiquer rapidement les problèmes à résoudre par un bateau à vapeur. Dans une seconde Note nous aurons bientôt l'honneur de communiquer à l'Académie les expériences auxquelles nous nous sommes livré, avec un bateau de 30 mètres de long, mû par une machine de vingt chevaux. Nous croyons que notre construction, d'une forme et

d'une disposition nouvelles, est débarrassée des inconvénients que nous avons reconnus et signalés dans les constructions actuelles. Puisse l'importance de la question à la solution de laquelle nous ne cesserons de travailler, mériter de votre part, messieurs, pour nos essais, quelque intérêt; nous serons ainsi amplement récompensé de nos sacrifices et de nos peines. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Observations sur le Mémoire de* M. le baron Séguier; *par* M. le baron **Charles Dupin**.

« Je crois devoir présenter quelques observations au sujet de l'intéressant Mémoire dont nous venons d'entendre la lecture.

» C'est avec raison que M. le baron Séguier pense que les formes de la carène des galères peuvent convenir aux bateaux à vapeur.

» On s'est rapproché de la manière la plus remarquable de ces formes, lorsqu'il s'est agi de construire des navires à vapeur destinés à se mouvoir dans une eau suffisamment profonde. C'est aux galères qu'on a pris les proportions d'une longueur égale à cinq, six et même sept fois la largeur du navire.

» A l'égard des navigations qu'on doit effectuer dans des rivières où l'eau n'a que très peu de profondeur, on peut citer avec éloge les bateaux établis sur la Loire par M. le marquis de Larochejacquelin.

» Les inconvénients de la dérive sont sans doute à déplorer lors de l'action des vents transversaux, agissant sur les bateaux à vapeur qui naviguent dans les rivières : cependant il nous semble qu'on exagère ici l'effet ordinaire de ces vents.

» En général, lorsque les vallées ne sont pas très-larges, les vents qui règnent le plus habituellement suivent l'axe de ces vallées ou du moins ne font le plus souvent qu'un assez petit angle avec cet axe. Leur action pour produire la dérive est alors très-peu considérable.

» Il faut observer ensuite que, plus on accroît la force motrice de la vapeur, plus on augmente la vitesse progressive suivant la direction de la route, tandis que l'action dérivante du vent reste la même.

» Le progrès naturel de la navigation par la vapeur diminue donc de plus en plus cette action perturbatrice.

» Lorsqu'on est obligé de gouverner de manière à contre-balancer l'action d'un vent transversal, on peut faire un angle assez considérable avec la route effective sans diminuer sensiblement la vitesse.

» Ainsi, par exemple, lorsqu'on oriente le navire à 15° de la route directe, on augmente la vitesse dans le sens de cette obliquité de $3\frac{1}{2}$ pour cent, c'est-à-dire à peu près d'un trentième.

» Quand ces angles sont moindres, l'allongement de la route diminue dans un rapport beaucoup plus rapide.

» Quand l'angle est un infiniment petit *du premier ordre*, l'allongement de la route est un infiniment petit *du second ordre*, lequel disparaît devant celui du premier.

» J'établis ces premières observations pour ôter toute exagération aux effets de la dérive, lorsque les vents transversaux n'ont pas une grande violence.

» Cette réserve posée, tout ce qu'on peut faire afin d'abaisser le pont, et par conséquent l'œuvre morte des bateaux à vapeur, est d'un grand avantage. On peut perfectionner beaucoup à cet égard, sans qu'on soit obligé de supprimer l'*entrepont*, où l'on admet les voyageurs.

» Pour peu que le voyage se prolonge, il est d'un immense avantage et d'un agrément incontestable que les voyageurs aient un abri spacieux, bien aéré et bien meublé. Nos maîtres en ce genre, les Anglais et surtout les Américains, ont atteint les dernières limites de l'aisance, du *confort* et même du luxe.

» Le meilleur moyen d'obvier aux fâcheux effets de la dérive dans les rivières ou dans les canaux ayant des eaux peu profondes, me paraît être celui que les Hollandais mettent en usage. Je veux parler des *drives*, qui ne sont autre chose que des surfaces planes et verticales qu'ils abaissent à volonté dans l'eau, et qui résistent perpendiculairement à la dérive. On pourrait avoir des drives que l'action même de la vapeur élèverait ou abaisserait par un simple renvoi de mouvement.

» On a parlé de l'influence de la hauteur de l'œuvre morte des bateaux à vapeur, sur les rivières, comme pouvant porter une atteinte dangereuse à la stabilité.

» Ce n'est point par l'effet du vent sur l'œuvre morte qu'il y aura lieu d'avoir à cet égard des craintes fondées. En supposant 2 mètres de hauteur de bord plein au-dessus de la flottaison, cela place à 1 *mètre* au-dessous de la flottaison le centre de la force transversale du vent. C'est un bras de levier beaucoup trop petit pour faire chavirer le bateau auquel ses roues mêmes et leur mouvement prêtent un appui latéral.

» On a dit avec raison que des bateaux à vapeur font des voyages beau-

coup plus lents quand les eaux sont basses. Il y a pour cela deux raisons indépendantes de tous retards causés par les dérives.

» Lorsque les eaux sont basses, leur vitesse est moindre; cela retarde les voyages à la descente. Un tel effet doit sans doute favoriser les voyages à la remonte. Mais lorsque les eaux sont hautes, la résistance du fond des navires contre l'eau devient beaucoup plus considérable; en même temps, le remou en avant de la proue a plus d'action relative.

» Je ne veux pas développer davantage un sujet très-fécond, sur lequel je me borne à ce peu d'observations, qui n'ôtent rien d'ailleurs au mérite des travaux de notre savant collègue. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Réponse de* M. **Séguier** *aux observations de* M. le baron Charles Dupin.

« Je répondrai aux bienveillantes objections de mon honorable et très savant collègue en leur opposant la seule puissance des faits.

» Avant de les prendre une à une, je déclare d'abord que mes observations, ayant toutes eu pour but les constructions destinées à la navigation des fleuves, rivières ou canaux, ma critique a peu ou point porté sur la forme donnée aux navires à vapeur. La nécessité de conserver des formes éminemment marines à ces sortes de vaisseaux se fait plus que jamais sentir: d'effroyables sinistres, que l'on peut justement attribuer à l'insuffisance de tout autre moyen d'impulsion que celui de la machine, font regretter la lenteur et le petit nombre de tentatives faites jusqu'ici pour allier la puissance naturelle du vent à la force mécanique de la vapeur.

» J'arrive aux objections :

» J'ai dit que la longueur était chose indispensable pour diminuer la maîtresse section; j'ai cité les galères des anciens. Notre honorable collègue, en nous apprenant que c'est à ces sortes de constructions que l'on a emprunté les proportions actuelles des vaisseaux à vapeur, qui, par exception à toutes autres coques marines, ont six ou même sept fois en longueur la largeur de leur maître-beau, me donne gain de cause sur la nécessité de cette dimension.

» En citant comme construction digne d'éloges les bateaux de la Loire de la compagnie Larochejacquelin, notre collègue justifie encore implicitement ce que j'ai avancé sur les inconvénients du fardage résultant de la hauteur.

» Les bateaux dits *Larochejacquelin* doivent leur succès à la suppression de leur tillac dans les deux tiers de leur longueur, à l'avant et à l'arrière, leur partie milieu, occupée par la machine, étant la seule pontée.

» J'ai soutenu que le vent avait une grande influence sur la marche des bateaux actuels; notre collègue a pensé le contraire : sans entrer dans la discussion des savants calculs sur lesquels il appuie son opinion, je me borne à dire, avec les faits, que le vent quelquefois fait virer bout pour bout un bateau sur la Haute-Seine, malgré toutes les manœuvres et l'emploi même des gaffes appuyées sur le fond de la rivière; que, dans de telles occurences, les patrons n'ont d'autres moyens que de jeter l'ancre pour attendre que le vent soit calmé. Il est notoire qu'un vent contraire, sur la Haute-Seine, ajoute plus d'une heure à la remonte d'un bateau qui effectue ordinairement son trajet en dix à onze heures.

» J'ai signalé l'influence du vent pour la dérive par suite des constructions actuelles, parce que les moyens ordinairement employés pour combattre les vices de ces constructions, dans les cas ordinaires, sont impraticables sur les rivières peu profondes; les bateaux à vapeur ne peuvent point, par suite du défaut de tirant d'eau, lutter, par l'addition d'une quille ou par l'emploi des appareils appelés *drives*, contre la fâcheuse influence d'un vent latéral. Les sinuosités de la plupart de nos fleuves, de la Seine principalement, exposent sans cesse les bateaux qui les parcourent à recevoir, dans toutes les positions, l'action d'un vent qui pendant le trajet n'aurait pas même changé d'orientation.

» Le besoin de stabilité que notre collègue croit moins réel que nous ne l'avons supposé, est attesté par les sages prévisions de l'administration; des barrières longitudinales ont été jugées nécessaires et placées par elle sur l'axe des bateaux pour diviser le public en deux fractions, et l'empêcher de se réunir sur un même bord.

» Des flèches indiquant les limites de chargement déposent, par leur présence même sur les flancs du bateau, des craintes de l'autorité de voir opérer, par une addition de charge toute placée sur le tillac, un déplacement trop considérable du centre de gravité.

» L'exemple des Américains et des Anglais pour la confortabilité résultant des dimensions de leurs bateaux en longueur, largeur et hauteur, ne saurait être suivi pour la navigation de nos rivières, barrées par des ponts presque tous trop étroits et si bas que, pendant les hautes eaux, ils deviennent des obstacles infranchissables même pour les bateaux actuels.

» Nous avons parlé de l'influence du gouvernail; la préférence et le salaire plus élevé donné au pilote qui sait mieux le tenir, c'est-à-dire lui imprimer le moindre mouvement pour la conduite du bateau, qui évite ainsi, en termes de marine, de continuelles embardées, avait provoqué notre attention; la vérification d'une notable diminution dans le temps du parcours, par le fait du seul pilote, nous a donné la conviction de notre opinion. »

M. **Arago** prend la parole à la suite de cette discussion ; il désire qu'elle ne fasse pas perdre de vue tout ce que les constructeurs français ont imaginé pour rendre possible la navigation fluviale. Il rapporte qu'un célèbre ingénieur anglais, après avoir examiné en détail les machines des petits bâtiments qui stationnent sur le quai de la Grève, s'écria : « Il y a vraiment dans ce tout petit coin, plus d'inventions mécaniques remarquables que sur toute la Tamise! »

M. **Milne Edwards** fait hommage à l'Académie de ses « *Observations sur les Ascidies composées des côtes de la Méditerranée.* »

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches chimiques sur les essences d'anis, de badiane et de fenouil; par* M. **Auguste Cahours.**

(Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Dumas, Pelouze, Pelletier.)

« M. Dumas, dans un grand travail publié sur les huiles essentielles dans les *Annales de Chimie et de Physique*, avait fait connaître la composition de l'essence d'anis concrète. La simplicité de sa composition et la facilité avec laquelle on peut l'obtenir à l'état de pureté m'engagèrent à la soumettre à une étude attentive, ainsi que les essences de badiane et de fenouil.

» Par des analyses exécutées avec beaucoup de soin sur des échantillons différents et au moyen de réactions chimiques multipliées, je me suis assuré de l'identité des essences concrètes d'anis, de badiane et de fenouil; ce fait une fois constaté, je me suis uniquement occupé de l'essence d'a-

nis, en ce qu'elle fournit ce principe en plus grande abondance que les deux autres.

» Je n'insisterai pas sur le moyen d'obtenir cette substance à l'état de pureté; je dirai qu'il suffit de faire cristalliser à deux ou trois reprises dans l'alcool absolu l'essence brute, après l'avoir exprimée entre des doubles de papier joseph jusqu'à ce qu'elle cesse de le tacher. Ainsi purifiée, c'est une matière blanche qui cristallise en lamelles brillantes; sa pesanteur spécifique est presque égale à celle de l'eau distillée; elle possède une odeur d'anis plus faible et plus agréable que celle de l'essence brute. Elle est très-friable, surtout à 0°, entre en fusion vers 20°, et en ébullition à la température de 224 degrés centigrades, température à laquelle elle se volatilise tout entière.

» Soumise à l'analyse, cette substance m'a donné des résultats qui conduisent à la formule $C^{40}H^{24}O^{2}$, et qui viennent ainsi confirmer celle que M. Dumas avait déjà adoptée il y a plusieurs années.

» J'ai cherché à contrôler ces résultats en déterminant la quantité de gaz hydrochlorique qu'absorbe un poids connu de cette substance; ces résultats sont encore venus confirmer la formule précédente. Si l'on examine cette composition, on voit qu'elle est identique à celle de l'essence de cumin, ce qui ne paraîtra nullement étonnant, si l'on songe que les deux graines qui fournissent ces huiles appartiennent à une même famille, celle des Ombellifères. On se demandera maintenant si deux composés si voisins l'un de l'autre fournissent des réactions analogues : eh bien, il faut le dire, s'il y a identité dans la composition, il n'y pas la moindre analogie dans la nature des réactions. Je vais indiquer maintenant celles-ci d'une manière sommaire.

» En faisant réagir à froid le brome sur l'essence, on obtient une substance qui purifiée est incolore, se présente sous la forme de cristaux volumineux et doués d'un grand éclat; elle est inodore, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther, et s'altère sous l'influence d'une température un peu supérieure à 100°. Soumise à l'analyse, cette substance m'a donné des résultats qui s'accordent avec la formule $C^{40}H^{18}Br^{6}O^{2}$, formule qui ne diffère de celle de l'essence qu'en ce que 3 équivalents d'hydrogène ont été enlevés et remplacés par 3 équivalents de brome.

» Le chlore, en réagissant sur l'essence, produit un composé analogue. Les acides donnent naissance, par leur contact avec l'essence, à des produits intéressants; si l'acide est énergique et stable, tels que sont les acides sulfurique et phosphorique, etc., l'essence se transforme à froid en une sub-

stance qui est douée de propriétés bien différentes, mais qui possède la même composition. L'action de l'acide nitrique est assez complexe : si l'on fait usage d'acide étendu, l'essence se transforme en un acide volatil incolore exempt d'azote, cristallisable en longues aiguilles, et se plaçant par ses caractères à côté des acides benzoïque et cinnamique. De nombreuses analyses exécutées sur ce produit m'ont conduit à des résultats qui s'accordent avec la formule $C^{32}H^{14}O^{6}$.

» L'analyse du sel d'argent desséché à 120° dans le vide, fait voir que l'acide cristallisé retient 1 équivalent d'eau, d'où il suit que l'acide anhydre doit être représenté par la formule rationnelle $C^{32}H^{12}O^{5}$; l'acide cristallisé devient alors $C^{32}H^{12}O^{5} + H^{2}O$.

» Cet acide, soumis à l'action simultanée de la chaleur et d'une base énergique en excès, se transforme en acide carbonique qui reste uni à l'alcali et en une matière neutre qui renferme 2 équivalents d'oxigène. Voici donc un acide volatil à 6 équivalents d'oxigène qui donne une réaction bien différente de celle des acides à 4 équivalents examinés jusqu'à présent. Ce résultat intéressant ne doit pas se borner à l'acide anisique, et l'acide salycilique fournira sans doute de semblables composés. Cette nouvelle substance, que je désigne sous le nom d'*anisole*, qui possède tous les caractères d'un corps bien défini, donne avec le chlore, le brome et l'acide nitrique, des produits cristallisés et très stables; sa composition est très simple : elle se représente par $C^{28}H^{14}O^{2}$, qui dérive de l'acide anisique, ainsi qu'on va le voir.

» En effet, on a

$$C^{32}H^{14}O^{6} + 2BaO = 2(C^{2}O^{2}BaO) + C^{28}H^{14}O^{2};$$

avec l'acide salycilique on aurait sans doute,

$$C^{28}H^{12}O^{6} + 2BaO = 2(C^{2}O^{2}BaO) + C^{24}H^{12}O^{2},$$

qui serait ou l'hydrate de phénile de M. Laurent, ou un corps isomère.

» Si, au lieu de faire usage d'acide azotique faible, on emploie de l'acide à 36°, l'acide anisique se trouve remplacé par un acide azoté non volatil qui, à l'état cristallisé, est représenté par la formule $C^{32}H^{12}Az^{2}O^{10}$, et à l'état anhydre, tel qu'il existe dans le sel d'argent desséché dans le vide à 120° par $C^{32}H^{10}Az^{2}O^{9}$. Or, si l'on compare la composition de cet acide à celle du précédent, on reconnaîtra facilement qu'il n'en diffère qu'en ce que 1 équivalent d'hydrogène a été remplacé par 1 équivalent de vapeur nitreuse.

Tels sont en résumé les principaux produits résultant de l'action chimique des différents réactifs dans leur contact avec l'essence.

» J'ajouterai en outre à ce que je viens de dire que les alcalis les plus énergiques, tels que la potasse et la soude, soit en dissolution concentrée, soit à l'état d'hydrate solide, n'exercent aucune action sur cette substance, même à la température de son point d'ébullition. En faisant usage de la méthode qu'ont employée MM. Dumas et Stas dans leurs recherches sur l'action réciproque des alcalis et des alcools, on obtient une faible proportion d'une matière acide que je n'ai pu me procurer en quantité suffisante pour pouvoir l'étudier.

» En examinant l'essence de fenouil amère, j'ai trouvé que celle-ci était formée, pour la plus grande partie, de deux substances liquides aux températures ordinaires; l'une des deux, celle qui est le plus abondante, possède la même composition que l'essence d'anis concrète, et diffère de cette dernière en ce qu'elle est encore liquide à 10°; l'autre possède la même composition que les essences de citron et de térébenthine. Cette dernière substance est remarquable en ce qu'elle s'unit directement au bioxide d'azote en produisant un composé parfaitement bien cristallisé, et qui présente beaucoup d'analogie avec les camphres artificiels. »

ZOOLOGIE. — *Mémoire sur la distribution géographique des animaux articulés; par* M. E. BLANCHARD. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, Audouin, Milne Edwards.)

« La distribution des animaux à la surface du globe a depuis longtemps attiré l'attention des naturalistes, et celle des insectes, en particulier, a été pour le célèbre Latreille l'objet d'un travail spécial. A l'époque où ce travail fut entrepris, la patrie de la plupart des espèces était encore trop peu connue pour qu'on pût se faire une idée nette des diverses régions entomologiques, et tracer leurs limites respectives sur la surface du globe; à défaut d'une division naturelle, Latreille proposa une division systématique, partageant chaque hémisphère en zones comprenant 12° en latitude, et subdivisant chacune de ces zones par des méridiens distants de 24°. Aujourd'hui il est possible de substituer à ces limites arbitraires celles qui résultent de la configuration du sol, et de faire pour la branche de l'histoire naturelle qui nous occupe, ce que M. Milne Edwards a fait avec succès pour les crustacés. En procédant, comme il l'a fait, on trouve un

certain nombre de points qui peuvent être considérés, pour les insectes, comme des centres de création, d'où les espèces se seraient irradiées; et les montagnes, dans bien des cas, nous offriraient les limites naturelles de ces régions comme nous en offre l'étendue des mers pour les autres articulés considérés par M. Milne Edwards.

» Nous divisons donc la surface du globe en 55 régions caractérisées chacune par les genres et les espèces les plus typiques qui lui sont propres et dont les limites sont établies au point où le plus grand nombre de ces genres et espèces cessent d'exister.

» La distribution géographique des animaux considérée dans ses rapports avec la classification, peut avoir une grande importance pour apprécier la valeur des caractères sur lesquels on établit des coupes génériques. En effet quand on examine chaque famille, chaque genre en particulier, on est frappé de voir qu'il en est qui habitent certaines contrées du globe quelquefois très limitées, tandis que d'autres sont répandus dans une étendue de pays beaucoup plus considérable, et que d'autres enfin sont jetés sur la plus grande partie et quelquefois la presque totalité du globe. De plus, on reconnaît qu'il existe des tribus et des genres renfermant quelquefois un très grand nombre d'espèces qui toutes ont un même facies particulier et une ressemblance des plus grandes par les formes et les couleurs; dans ce cas on est certain que ce sont des genres très naturels. Après ceux-ci, on trouve un nombre considérable de genres que l'on regarde encore avec raison comme naturels, mais qui cependant le sont à un moins haut degré que les précédents; toutes les espèces qui les composent ont bien entre elles une grande analogie, mais on peut observer de petites différences dans les formes, et de plus grandes dans les couleurs. Enfin lorsqu'on passe à une troisième catégorie, il se présente des genres, des tribus, des familles entières qui offrent certainement des caractères communs dans les organes qui fournissent les caractères zoologiques les plus importants, mais qui dans la forme du corps et surtout dans les couleurs, présentent des modifications très sensibles; mais on arrive bientôt à reconnaître que ces différences d'homogénéité entre certaines espèces et le type générique auquel on est obligé de les rattacher sont toujours en rapport avec l'homogénéité ou l'hétérogénéité des lieux qu'habitent ces animaux. Plus un genre est naturel, plus il se trouve confiné sur le globe dans un espace restreint où toutes les circonstances du sol, de l'humidité de la température sont identiques; moins un genre est naturel

plus il se trouve répandu sur divers points du globe, sous l'influence de circonstances différentes.

» Les espèces se trouvent dans les mêmes rapports avec les lieux qu'elles habitent, que les genres, tribus et familles. Certaines espèces sont répandues dans une grande étendue de pays, et d'autres n'habitent que certaines localités très limitées; celles qui sont répandues dans une grande étendue de pays, offrent des variétés individuelles sans nombre, tandis que celles qui vivent dans les mêmes lieux n'en présentent point.

» Ceci nous conduit à nous occuper d'une question qui a déjà été traitée plusieurs fois, mais qui ne paraît pas avoir été suffisamment approfondie : Nous voulons parler de l'influence que les climats exercent sur les formes et les couleurs. Cette influence est très manifeste chez les insectes et les arachnides. Il est bien vrai qu'une foule de petites espèces sont répandues depuis l'équateur jusqu'aux pôles, sans qu'elles offrent rien de plus remarquable entre les tropiques que dans les contrées du Nord; mais il est démontré, en même temps, que les espèces qui ont ou une grande taille, ou des formes singulières, ou des couleurs éclatantes, vivent toujours dans des circonstances de haute température et de grande humidité. Moins ces conditions de chaleur et d'humidité existent, plus les espèces sont petites et décolorées; en Afrique, où le sol est généralement sec et aride, et la chaleur considérable, on trouve moins d'espèces de grande taille que dans l'Amérique intertropicale et aux Indes-Orientales, et la plupart sont noires ou de couleurs peu éclatantes. Dans les contrées froides, les grosses espèces disparaissent; on n'en trouve presque plus ayant de brillantes couleurs; les espèces d'un noir intense ont aussi disparu; enfin, on ne rencontre plus que des espèces d'un noir luisant, grisâtres ou brunâtres.

» M. Milne Edwards a observé que les espèces de crustacés étaient beaucoup plus nombreuses vers l'équateur que dans les régions boréales, mais que les individus, considérés dans leur ensemble, n'étaient pas moins nombreux dans les régions boréales. Il n'en est certainement pas de même pour les insectes et les arachnides; ces espèces, il est vrai, sont généralement beaucoup plus multipliées vers l'équateur que vers les pôles; mais rien n'annonce que les espèces du Nord soient plus nombreuses en individus que celles des tropiques; nous sommes, au contraire, assurés que ces dernières sont moins communes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Nouveau système de locomotion rapide et économique; par* M. MARCESCHEAU, consul de France en Irlande.

(Commissaires, MM. Poncelet, Coriolis, Piobert.)

« Le Mémoire, accompagné de planches, contient l'exposé sommaire d'un *nouveau système de locomotion rapide et économique*, fondé sur l'emploi de la pesanteur comme puissance. Le procédé consiste à mettre et à maintenir en mouvement les waggons ou les bateaux par l'effet combiné de deux contre-poids, tous deux composés d'*eau* dans la plus grande proportion possible. L'un, qui descend un plan automoteur, a pour fonction de faire équilibre à la somme de toutes les résistances qui tendent à éteindre le mouvement, et s'appelle *locomotive spontanée;* l'autre, après une chute verticale de quelques mètres, se sépare du système, qu'il laisse animé de la vitesse uniforme requise pour la durée du voyage, ce qui le fait nommer le *tachymètre.* Le mouvement est transmis du plan automoteur aux divers chemins qu'il dessert, à l'aide de moyens de communication semblables à ceux employés dans les grandes usines et sur les chemins de fer servis par une machine fixe à vapeur. Leur course rapide achevée, la locomotive et le tachymètre se vident en une ou deux minutes, et l'on n'a plus à ramener au point de départ qu'une faible partie du poids utilisé comme puissance; en outre, comme, pour effectuer le retour de ces vases, on disposera généralement d'un levier beaucoup plus long que celui pendant lequel ils ont dû fournir leur course, cela permettra de mettre à profit pour cette opération les petites forces qui agissent longtemps. On y pourra même employer la force donnée par les waggons dans les cas où ils descendent d'eux-mêmes. »

GÉOLOGIE. — *Mémoire sur la circulation des eaux souterraines dans le sud-ouest de la France; par* M. DE COLLEGNO, professeur de Géologie à la Faculté de Bordeaux.

(Commissaires, MM. Arago, Alex. Brongniart, Dufrénoy, Héricart de Thury.)

« M. Héricart de Thury a publié, il y a quelques années, deux coupes géologiques de la France, allant des Vosges à l'Océan et de Mézières à Mont-

Louis; l'objet de ces coupes était d'indiquer la circulation générale des eaux souterraines. Il est facile de reconnaître que l'une et l'autre de ces coupes laissent de côté le bassin sud-ouest de la France, bassin dont la composition géologique n'est pas exactement représentée par celle des contrées voisines. Séparé du centre de la France par les contrées montueuses de la Vendée, du Poitou et du Limousin, le bassin du sud-ouest est presque complétement entouré par des roches cristallines; ce n'est que de Parthenay à Conflens, de Castres à Foix et tout au bord de l'Océan, vers Saint-Jean-de-Luz, que la ceinture de roches cristallines est interrompue sur des étendues peu considérables. On ne saurait juger la composition géologique du bassin du sud-ouest par celle du bassin de Paris; tout comme on ne pourrait conclure aujourd'hui la nature des dépôts qui se font à l'embouchure de la Gironde, par ceux qui ont lieu à l'embouchure du Rhône. M. Dufrénoy, qui a étudié spécialement les terrains du sud-ouest, a démontré combien leur composition était indépendante de celle des terrains de même époque du nord de l'Europe. Cette différence de composition doit nécessairement influer sur la circulation des eaux souterraines, et le succès des puits artésiens de Paris, de Tours, d'Elbeuf, ne suffit point pour garantir un succès analogue dans le bassin du sud-ouest.

» Plusieurs sondages ont été tentés dans ce bassin; l'emplacement en a été choisi en général sans aucun égard aux circonstances géologiques de la contrée, et ces sondages ont été abandonnés successivement sans qu'on ait cherché à tirer de la composition du sol qu'ils avaient traversé une conclusion quelconque relative à la circulation des eaux souterraines.

» A Bordeaux, un sondage entrepris à $17^{m},02$ au-dessus du niveau de la mer, a été poussé jusqu'à 200 mètres environ, sans avoir dépassé le terrain tertiaire. Appelé à donner un avis sur les chances de succès que présenterait la continuation de ce sondage, j'ai dû me livrer d'abord à des recherches détaillées sur les diverses causes qui peuvent influer sur la circulation générale des eaux souterraines dans le bassin du sud-ouest, et voici les conclusions auxquelles j'ai été amené par ces recherches :

» 1°. Les terrains tertiaires du sud-ouest n'offrent guère de chances favorables à l'établissement de puits artésiens ;

» 2°. Les sables crétacés peuvent donner, vers le centre du bassin, des eaux jaillissantes, et ces eaux doivent se rencontrer à une profondeur de 420 mètres environ (200 mètres pour l'épaisseur du terrain tertiaire inférieur; 218 pour les couches crétacées supérieures aux sables aquifères);

» 3°. Les terrains jurassiques offrent dans le sud-ouest les mêmes chances de succès que dans le bassin de Paris. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *De la Russie d'Europe, d'après sa configuration extérieure; Mémoire accompagné d'une carte; par* M. le baron DE MEYENDORF.

(Commissaires, MM. de Humboldt, Puissant, Roussin.)

« Outre la distribution en grand des terrains géologiques de la Russie, la répartition du sol d'après l'élévation relative de ses diverses parties y mérite une attention particulière.

» Au premier abord, la Russie d'Europe paraît aux voyageurs une plaine parfaitement horizontale, et cependant elle est sillonnée par plusieurs groupes de collines très caractéristiques; elle est partagée, sous le rapport de la configuration extérieure, en un plateau central dont Moscou occupe à peu près le milieu, et en trois versants, dont l'un vers la Baltique, l'autre vers la mer Blanche, et le troisième à deux étages bien distincts, vers la mer Noire et la mer Caspienne.

» 1°. Les hauteurs du *Walday*, dont la plus élevée a 1085 pieds de France, s'abaissent vers *Smolensk*, où elles n'ont plus que 770 pieds (1), à *Kisselevo* (au nord de Smolensk). Ce point est le plus élevé de la région de partage entre le versant de la Baltique et celui du Dniéper. Vers le nord-est, les hauteurs du Walday se prolongent jusque au-delà du lac Onega. Dans ces environs, au sud de Vitegra, elles ne présentent plus qu'une élévation de 580 à 600 pieds au-dessus de la Baltique. Ces hauteurs limitent ainsi, vers le sud-est, le *versant de la Baltique*, habité par 7 millions d'habitants et caractérisé, quant aux produits et aux industries, par l'exploitation des *bois*, la culture du *lin*, par l'exploitation de beaucoup de carrières de roches cristallines et autres, enfin par des industries maritimes. Pétersbourg est le foyer de ce versant, qui contient presque exclusivement les terrains cristallins, siluriens, et ceux du vieux grès rouge du nord-ouest de la Russie.

---

(1) Ces mesures ont été déterminées barométriquement par mon ami et compagnon de voyage, M. le comte Kayserling: l'Observatoire de Pétersbourg compté à 30 pieds de Paris au-dessus de la Baltique, et l'Observatoire du bas de la ville de Moscou, à 300 pieds au-dessus de la même mer.

» 2°. De cette première chaîne de collines, dites du *Walday*, se détache, au sud du lac d'*Onega*, un plateau élevé qui va se prolongeant vers le sud de Vologda, se rattacher à la chaîne de l'Oural, vers le 62° de latitude du nord. Cette crète (de 20 à 40 wersts de large) de collines, atteint, à 22 wersts *sud* de la ville de *Wologda*, à *Grèsowitz*, 733 pieds de hauteur. Cette élévation forme la région de partage entre la *Dwina* septentrionale et ses affluents, et les affluents du *Volga*. Elle couronne le versant de la mer Blanche; elle limite, à peu près au sud, la plus grande partie de la région boisée de l'empire, qui s'étend depuis les hauteurs *Walday*, en s'élargissant vers la mer Blanche jusqu'à l'Oural septentrional. Cette région contient encore au-delà de 40 millions d'hectares de bois *continus*, et qui sont presque exclusivement une propriété des domaines de l'État. Ce versant de la mer Blanche, dont Archangel et Oust-Iouk sont les foyers d'animation, est le véritable bois de l'empire. Il n'est habité que par 1 200 000 habitants.

» 3°. Une troisième région de collines caractéristiques se détache également du prolongement des hauteurs du *Walday* jusqu'au sud de *Smolensk*. Là, près de *Jelna*, se trouve un nœud principal de ces hauteurs; elles y ont été mesurées à 707 p. de hauteur; elles s'étendent de là le long de la Desna, vont vers le sud de la ville de *Kursk*, où elles atteignent une hauteur constatée à *Schélékowa* de 826 pieds. Elles remontent après par *Tino*, vers *Penza*, d'où, déviant en demi-cercle vers le sud de Tomboff, elles vont rejoindre vers Samara le coude si remarquable du Volga. Elles vont s'y confondre aux collines qui forment le bord élevé du Volga, et auxquelles on peut assigner une hauteur moyenne de 400 pieds au-dessus de la mer Caspienne.

» L'ensemble de ces *collines centrales* de la Russie forme la région de partage entre l'Oka et ses affluents, et entre les principaux affluents du Dnieper, du Don et du Wolga inférieur.

» *Moscou* se trouve presque au milieu du plateau central, limité au nord par les hauteurs de partage des eaux de la mer Blanche, et au sud par les hauteurs de partage qui séparent ce plateau central du versant méridional de l'empire.

» *Moscou* est le centre d'une région industrielle qui se trouve presque exactement limitée entre ces rebords de collines au centre et au nord, et entre l'Oural à l'est et les hauteurs du Walday à l'ouest. Ce plateau, qui contient treize à quatorze millions d'habitants, renferme cinq mille des sept mille fabriques de l'empire. Toute l'industrie des tissus et celle des

métaux y est concentrée. *Moscou* est le grand foyer de cette production, dont N. Nowogrod est la foire. La coïncidence des limites de l'animation industrielle, et des lignes saillantes qui terminent ce plateau, doit être signalée ; elle est riche en conséquence. Arrivés aux rebords du plateau, on ne trouve plus au nord que des bois, et au sud que des champs et de l'agriculture sans mélange d'industrie.

» Le rebord sud, ou cette chaîne centrale de collines qui unit celles du Volga à celles près de Smolensk, est en même temps la limite des terrains tertiaires *continus* (1) et des terrains crétacés. Elle forme également à peu près la limite de ce terrain d'humus végétal décomposé, appelé TSCHERNOYZEM dans le pays, terrain noir, qui occupe depuis ces collines au nord, jusque auprès des contrées du Don au sud, et depuis le pied des Carpathes à *Kamenitz-Podolsk* jusqu'aux pieds de l'Oural, une région de plus de 80 millions d'hectares du terrain le plus fertile. C'est le champ et le potager de la Russie, région agricole qui nourrit au-delà de 20 millions d'habitants, et qui déverse annuellement sur l'étranger et sur les autres parties de l'empire, au-delà de 20 millions d'hectolitres de céréales. Cette région ou ce versant méridional est terminé par un étage ou un échelon de collines qui s'étend depuis le Dniéper, à *Ekaterinoslaw,* à travers le Donetz, pour aller rejoindre, au nord du Don, les collines qui longent le Volga.

» 4°. Cette dernière rangée de collines limite en grande partie au nord, la région pastorale de la Russie d'Europe. Cette région, qui va de la Bessarabie à l'Oural, compte environ 3 millions d'habitants. Elle comprend les steppes sous toutes les dénominations : steppes *non cultivées* à pâturages; steppes salées (à lacs salants); steppes sablonneuses. Cette région est caractérisée par une absence totale de bois et par une richesse de productions de matières animales sans exemple dans cette étendue; c'est elle qui fournit 53 millions de pouds de suif à l'exportation. Cette plaine, dont les mers Noire et Caspienne occupent les bas fonds, va mourir aux pieds des monts caucasiens.

» Nous voyons ainsi la Russie d'Europe séparée en cinq parties : partages naturels et très caractéristiques pour la répartition en grand de la production et des ressources de ce pays.

» 1°. Versant baltique. Bois, lin, activité maritime, animation des côtes;

---

(1) Il y a des lambeaux tertiaires isolés dans le gouvernement de Moscou et au nord de la *Dwina*.

limité par les hauteurs du Walday entre Smolensk et l'Onéga : *Pétersbourg* comme centre.

» 2°. Versant de la mer Blanche. Un bois continu, chasse, pêche. Archangel et Oust-Iouk comme centres d'attraction ; limité par une ligne de collines qui réunit les hauteurs du Walday aux monts Oural, de 700 à 800 pieds de haut.

» 3°. Un plateau central limité par cette même ligne de collines au nord et au sud par la rangée de collines centrales qui unissent les hauts bords du Volga aux hauteurs de Smolensk ; collines *continues*, qui forment la limite de beaucoup d'ordres de choses différents. Sur ce plateau se concentrent principalement, par l'effet de la nature centrée des communications par eau qui toutes viennent s'y réunir, l'animation la plus grande du pays. *Moscou* et *Nischnei-Nowogrod* sont les expressions de cette animation centrale.

» 4°. Du rebord sud du plateau commence le versant méridional, le champ de la Russie, la région agricole qui nourrit en partie les régions baltiques, la région boisée et la région industrielle du pays.

» 5°. Une dernière rangée de collines de 180 à 200 pieds d'élévation marque le second étage du versant méridional. A partir des collines commencent les steppes depuis la Bessarabie jusqu'aux pieds de l'Oural, steppes qui ne se terminent en Europe que par les monts caucasiens et les mers Noire et Caspienne.

» Ce partage d'après la manière dont le sol est modelé extérieurement et que, d'après l'expression du célèbre géographe Ritter, nous pourrions appeler plastique, a été fait sur les lieux, et sa coïncidence avec le partage naturel et la répartition des produits du sol et des occupations du peuple, est un exemple de plus de la haute importance que présentent la constitution géologique et les formes extérieures du sol d'un pays relativement au développement de ses richesses et de ses ressources de toute espèce. »

GÉOLOGIE. — *Esquisse des principales traces laissées par la dernière grande révolution survenue dans les contrées montueuses de la Scandinavie.* — Extrait d'une Lettre de M. **W. Bohtlink** à M. *Élie de Beaumont.*

(Commissaires, MM. Cordier, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

« Déjà, dans un rapport sur mes voyages en Finlande et en Laponie (1),

(1) *Bulletin scientifique de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, tome VII.

j'ai donné sur une carte que je joins à cette lettre, les principales directions des stries (*Schrammen*) observées sur les rochers dans les contrées que j'ai traversées. Les flèches marquées en rouge sont nouvellement ajoutées d'après des observations non encore publiées. Me référant en partie aux petits mémoires qui ont paru dans le *Bulletin scientifique de Saint-Pétersbourg*, je ne m'occupe ici que des faits généraux.

» Dans les parties montueuses de la Scandinavie, dans la Norvège, la Suède, la Finlande et la Laponie, nous trouvons dans toutes les contrées examinées jusque ici, sans exception, pourvu seulement que la roche soit assez solide pour résister aux influences atmosphériques, les rochers arrondis d'un côté, usés, très souvent polis au point de réfléchir les rayons du soleil, et rayés. Ce côté arrondi contre lequel ont frappé les corps qui l'ont usé en le frottant a été nommé par M. Sefström, côté choqué (*Stos seite*); il nomme le côté opposé côté abrité (*Lee seite*). Un dessin de ces circonstances nous a fourni la planche jointe au petit mémoire contre les idées de M. Agassiz.

» Nous trouvons généralement que le côté choqué (*Stos seite*) desrochers est tourné vers les plateaux principaux de ces contrées. C'est de ces plateaux que paraît être partie l'impulsion qui a déterminé la direction du transport des corps qui ont creusé les stries.

» Les montagnes isolées, même lorsqu'elles ont plus de 1000 pieds d'élévation au-dessus de la plaine, produisent seulement dans la direction des stries une déviation latérale, tout-à-fait locale, pareille à celle occasionnée par de petits rochers de quelques pieds d'élévation. Sur le sommet de ces montagnes isolées les stries présentent la direction normale générale

» Les grandes vallées ont exercé une influence marquée sur la direction des stries (*Schrammen*). C'est à cette influence que doit être rapportée la déviation que les stries présentent, comme le montre la carte dans le midi de la Suède, vers le grand enfoncement de l'Océan atlantique, et la manière frappante dont leur direction tourne dans le nord, sur la côte orientale de la Laponie, vers la mer Glaciale. De petites vallées, lorsqu'elles sont étroites et bordées par de hautes murailles de rochers, comme il arrive si souvent en Norvège, déterminent la direction des stries, qui suit l'axe longitudinal de la vallée; mais alors sur les hauteurs qui bordent ces crevasses, on trouve la direction normale qui fait quelquefois un angle de plus de 50° avec celle qu'on observe dans la vallée.

» Les rochers, là où une couverture de sable ou d'argile les protége contre l'action atmosphérique, paraissent aussi bien usés et aussi bien rayés à une

hauteur de plus de 3000 pieds que là où leur base est encore baignée par la mer; et même au-dessous du niveau de la mer, aussi loin que l'œil puisse pénétrer à travers une eau claire et tranquille, l'usure des rochers est également parfaite.

» Les rochers de gneiss et de granite usés et rayés, quoique appartenant aux roches cristallines les plus dures, ne peuvent nous donner la mesure de l'immense force destructive du phénomène naturel qui les a usés, parce qu'ils ne nous montrent pas la grandeur des parties qui ont été emportées. Mais les couches parfaitement horizontales du terrain de transition divisées en lambeaux isolés couverts de masses de trapp, qui forment les montagnes aplaties du Huneberg, du Halleberg, de Billingen et du Kinnekulle, au S. E. du lac Wener, parmi lesquelles le Kinnekulle s'élève à plus de 700 pieds au-dessus de la plaine, nous montrent, par la correspondance des couches qui les composent, que ces lambeaux doivent avoir formé dans l'origine un tout continu et avoir alors couvert toute la contrée sans interruption. Actuellement, dans les larges vallées qui séparent ces montagnes les unes des autres, on ne trouve que du gneiss à surfaces usées.

» A l'extrémité abritée (*Lee seite*) de ces montagnes, et principalement du Huneberg et du Halleberg, on observe une sorte de queue formée de blocs détachés arrachés aux roches de transition et aux roches de trapp; mais au contraire vers le côté choqué (*Stos seite*) de ces rochers on ne trouve aucun bloc qui ait une origine semblable.

» Pour expliquer les courants violents qui ont été capables non-seulement de pousser de gros blocs de rochers sur les roches restées en place, et de produire l'usure de ces dernières, mais encore d'enlever complétement sur de grandes étendues les masses moins solides du système silurien, je crois devoir faire intervenir une élévation subite de toute la partie montueuse de la Scandinavie.

» Cette élévation peut avoir commencé sous une profondeur d'eau marine assez considérable. On est conduit à le supposer, d'abord pour obtenir, de la part de la masse d'eau, une pression suffisante pour pousser en avant les blocs de rochers sur des protubérances considérables du sol, et en outre parce que, dans la Scandinavie, la Finlande, la Laponie et les contrées environnantes, on trouve jusqu'à 800 pieds de hauteur les traces les plus certaines d'une retraite continuelle de la mer, occasionnée par une élévation continuelle du sol (1); par suite de cette circonstance, la Scan-

(1) *Bulletin scientifique de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, tome VII, nos 8, 9 et 13.

dinavie, pendant la première moitié de la période alluviale, était encore une île, et les langues de terre de la Laponie russe, la Finlande, l'Estonie, le gouvernement d'Olonetz, ainsi que les parties du gouvernement d'Arkhangel situées au sud et à l'est de la mer Blanche, étaient encore couvertes par les eaux marines, au-dessus desquelles s'élevait seulement alors, comme une île, la partie la plus élevée de la Laponie russe. A cette époque les glaçons de la chaîne scandinave et de la Laponie pouvaient arriver, sans éprouver aucun choc, dans les plaines du nord de l'Allemagne et de la Russie centrale, laissant des blocs erratiques comme traces de leurs voyages, ainsi que cela arrive encore chaque printemps pour les glaçons des plus grands lacs de la Finlande.

» Quant à la limite méridionale de la dispersion des blocs erratiques du Nord dans l'intérieur de la Russie, la science recevra d'importantes lumières à cet égard, par suite des nouveaux voyages de M. le baron de Meyendorf; c'est du moins ce que je crois pouvoir conclure des communications obligeantes qui m'ont été faites. »

M. **Siljeström**, professeur adjoint à l'Université d'Upsal, membre de la Commission scientifique du Nord, adresse une Note ayant pour titre : *Observations sur les sillons dont les montagnes de la Scandinavie sont striées dans des directions déterminées.*

(Renvoi à la Commission chargée de faire un Rapport sur les résultats de ce voyage.)

M. **A. Colin** présente un Mémoire ayant pour titre : *Nouveau Système de Machines à vapeur rotatives à double effet, applicables aux bâtiments de la marine.*

(Commissaires, MM. Séguier, Poncelet, Piobert.)

M. **Gaubert** adresse quelques remarques relatives à une réclamation élevée par M. *Mazure*, relativement à l'invention de l'appareil typographique soumis au jugement de l'Académie, dans la séance du 10 mai dernier.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Fourcault**, à l'occasion d'un passage d'un Mémoire lu par MM. *Dumas* et *Boussingault*, dans la séance du 7 juin dernier, présente quelques con-

sidérations sur le rôle communément attribué aux végétaux relativement à la constitution de l'air atmosphérique. Suivant lui, les végétaux n'auraient qu'à un faible degré la faculté réparatrice qu'on leur a attribuée.

(Renvoi à la Commission chargée de s'occuper du projet relatif à un système de recherches simultanées sur la composition de l'air atmosphérique.)

M. **Leroy d'Étiolles** écrit relativement à la discussion élevée entre MM. *Civiale* et *Mercier*, et revendique pour lui-même la priorité des observations concernant les *brides de l'orifice interne de l'urètre*.

(Renvoi à la Commission nommée pour le Mémoire de M. Civiale.)

M. **Bouquet** adresse une *Note sur la résolution des équations numériques*.

(Commissaires, MM. Sturm, Liouville.)

CORRESPONDANCE.

PHOTOGRAPHIE. — *Nouvelles découvertes de M. Daguerre.*

M. *Arago* annonce qu'il est actuellement autorisé à communiquer à l'Académie les méthodes que M. Daguerre a découvertes pour donner aux procédés photographiques une incroyable rapidité. Le Secrétaire n'a encore vu par ses propres yeux aucun des produits du nouvel art. Tout doit donc se borner, de sa part, à la reproduction la plus fidèle possible des confidences verbales de l'ingénieux artiste. M. Daguerre, ajoute M. Arago, ne se flatte pas d'avoir encore poussé ses procédés à toute la perfection désirable, particulièrement si on les envisage du point de vue artistique; mais il a dû céder à l'impatience du public et donner, sans plus de retard, le principe fondamental. La voie étant ouverte, M. Daguerre applaudit d'avance et sans aucune réserve, aux succès de ceux qui jugeront les nouveaux phénomènes dignes de leurs investigations.

M. Daguerre ayant *isolé* et ensuite électrisé la plaque d'argent iodurée dont il faisait usage dans son ancienne méthode, a reconnu qu'il augmentait ainsi prodigieusement la sensibilité de la couche impressionnable. Il suffisait alors, en effet, pour créer les images que la vapeur de mercure

rend ensuite si apparentes, de soulever l'écran et de le faire tomber avec rapidité, immédiatement après.

Dans l'application, ce procédé n'a produit que des images voilées, striées et sans harmonie. Ce manque de réussite peut s'expliquer en remarquant que la partie inférieure de l'image focale, reçoit la lumière plus longtemps que la partie supérieure; que le bord de l'écran, pendant sa descente, projette successivement des rayons diffractés en dedans et en dehors; que le mouvement de cet écran, en tant qu'il s'opère le long de deux coulisses, et quelque rapide qu'il soit, ne saurait être uniforme; que d'inappréciables temps d'arrêt, que d'imperceptibles changements de vitesse, doivent, inévitablement, être accompagnés de temps d'arrêt correspondants, de pareils changements de vitesse dans la marche de la lumière diffractée. Une circonstance semble venir à l'appui de cette explication: quand la partie inférieure de l'écran est courbe, les sillons qui traversent, çà et là, l'image photogénique sont courbes eux-mêmes.

La production d'images photogéniques pures ayant échoué, comme on vient de le voir, par l'excès de sensibilité de la couche impressionnable électrisée, M. Daguerre eut la pensée ingénieuse d'essayer des matières peu sensibles, de ne plus isoler la plaque et de l'électriser au foyer de la chambre obscure, *un seul instant*, c'est-à-dire *à l'aide d'une simple étincelle*.

L'expérience exécutée ainsi réussit : la matière devient très impressionnable au moment où la décharge électrique l'atteint, et la durée si prodigieusement courte de ce phénomène, n'empêche pas que l'image au foyer de la chambre obscure n'ait eu le temps de naître, de se fixer comme dans la méthode ancienne.

Tout le monde comprendra que, dans ce second mode d'expérimentation, les mouvements de l'écran pourront être, comparativement, très peu rapides, sans inconvénient appréciable.

MÉTÉOROLOGIE. — M. **Nell de Bréauté** mande à M. *Arago*, qu'il est tombé, le 27 mai, à Dieppe et à Étretat, des grêlons hérissés de pointes, qui pesaient de 50 à 125 grammes.

M. de Bréauté écrit aussi que le 23 du même mois, dans l'après-midi, le vent soufflant du sud et le thermomètre marquant +21° centigrades, on a vu de Dieppe, par un effet de mirage, toute la côte d'Angleterre.

M. **Georges**, juge de paix du canton de Château-Renard, adresse un fragment assez volumineux de l'*aérolithe* tombé le 12 juin dernier, et an-

nonce que ce fragment, qui est la propriété d'un instituteur primaire de la commune de Mellerai, peut être acquis par l'Académie au prix qu'il lui conviendra de fixer.

Comme cette pièce semblerait mieux placée dans la collection du Muséum d'Histoire naturelle, qui a déjà une série importante d'aérolithes, que dans la collection de l'Académie, la lettre de M. Georges et la pièce qui l'accompagne seront adressées à l'administration du Jardin du Roi.

M. **Cordier**, à cette occasion, annonce que le Muséum d'histoire naturelle a déjà reçu un échantillon des pierres météoriques dont il s'agit, et qu'ayant comparé cet échantillon à ceux qui composent la belle collection de météorites que le Muséum possède, il a fait les remarques suivantes :

La météorite de Triguère est une variété de l'espèce la plus commune, c'est-à-dire de l'espèce qui comprend, par exemple, les pierres tombées en 1803, à l'Aigle, département de l'Orne. Cette variété a, sous le rapport des caractères minéralogiques, les plus grandes analogies avec les variétés qui sont tombées, savoir, à Barbatan (Landes), le 24 juillet 1790; à Berguillas (vieille Castille), le 8 juillet 1811; auprès d'Angers (Maine-et-Loire), le 3 juin 1822 : elle paraît tellement identique avec la variété tombée à Vouillé (Vienne), le 18 juillet 1831, que, sans étiquettes, il serait impossible de distinguer l'une de l'autre. Il est à présumer que cette identité minéralogique sera confirmée par l'analyse chimique. S'il en est ainsi, les dates qui viennent d'être citées prendraient un grand intérêt. En effet, il serait établi que depuis un demi-siècle, lorsque la terre s'est trouvée dans la partie de son orbite qui correspond au solstice d'été, les bolides météoriques qu'elle a rencontrés dans les espaces célestes, étaient précisément de même nature. Si le phénomène se reproduit par la suite, il sera utile de chercher à déterminer s'il y a uniformité dans la direction de la trajectoire suivant laquelle chacun de ces petits corps de nature semblable, continueraient de nous arriver de temps en temps, vers la même époque de l'année. On pensera peut-être aussi que les remarques qui précèdent mériteraient d'être prises en quelque considération pour la suite des observations à faire sur les bolides météoriques en général.

M. **Dufrénoy** annonce, à la suite de la communication de M. *Cordier*, que la collection de l'École des Mines s'est également procuré un fragment de la pierre météorique de Château-Renard, et que déjà il en a commencé l'examen chimique. Il espère soumettre son travail à l'Académie, dans une

de ses prochaines séances. Il ajoute que M. Roussel, qui a cédé à l'École des Mines le fragment qu'elle possède, lui en a montré un qui paraît être la moitié de cet aérolithe; il pèse environ 13 kilogr., et sa forme est celle d'un demi-ellipsoïde. Toute la partie extérieure est recouverte de la croûte noire caractéristique des pierres météoriques. La cassure est faite suivant la direction d'un filon qui traverse la pierre sur une grande partie de sa longueur, de telle sorte que cette cassure présente, sur une surface large comme la main environ, une plaque noire qui paraît de même nature que la croûte.

M. **Gelis** adresse un Mémoire sur *l'origine, le mode de préparation et la composition chimique des diverses substances tinctoriales connues dans le commerce sous le nom de tournesol.*

Les conclusions auxquelles l'ont conduit les recherches exposées en détail dans ce Mémoire sont :

« 1°. Que le tournesol en drapeaux est un produit tout différent du tournesol en pains, à la préparation duquel il n'a jamais été employé;

» 2°. Que toutes les plantes capables de fournir de l'orseille, peuvent servir à la fabrication du tournesol;

» 3°. Que l'on doit attribuer à la présence d'un carbonate alcalin soluble, les différences chimiques qu'on remarque dans les produits de ces deux fabrications;

» 4°. Que le tournesol ne doit pas sa couleur à une substance unique, mais à quatre matières colorantes différentes, qu'on peut distinguer et séparer l'une de l'autre *par l'action des dissolvants:*

» Matière A, de couleur puce, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, soluble dans les liqueurs acides;

» Matière B, d'un rouge cramoisi, cristallisant en aiguilles très-fines, soluble dans l'alcool et dans l'éther, insoluble dans l'eau;

» Matière C, amorphe, rouge à reflets métalliques, très soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'eau, insoluble dans l'éther;

» Matière D, d'un rouge très foncé, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, mais soluble dans les liqueurs alcalines, ce qui permet de l'obtenir facilement en précipitant les dissolutions par un acide. »

M. **Passot** demande que la Commission qui a fait un rapport sur ses *roues hydrauliques,* soit invitée à indiquer d'une manière précise tout ce

qu'elle regardera comme neuf dans les diverses communications qu'il a faites à l'Académie, et dont il a été récemment autorisé à prendre des copies.

Cette demande est renvoyée à la Commission qui avait fait le rapport.

M. **Ingard** avait présenté, en mai 1840, un Mémoire ayant pour titre : *Démonstration de l'inexactitude du procédé ayant pour objet la détermination du rapport du diamètre à la circonférence au moyen de polygones inscrits et circonscrits au cercle.* Ce Mémoire n'ayant pas encore été l'objet d'un rapport, M. Ingard demande l'autorisation de le reprendre.

Cette autorisation est accordée.

M. **Bérault** annonce qu'il a trouvé un moyen simple de prévenir les embarras sur la voie publique, en faisant que les piétons et les voitures se trouvent dans l'obligation de prendre la droite du chemin, comme le prescrivent les réglements de police.

M. **Ch. de Perron** réclame l'accusé de réception d'une brochure qu'il a adressée il y a quelques mois à l'Académie.

M. **Barbeaux** adresse un *paquet cacheté.*

L'Académie en accepte le dépôt.

La séance est levée à 5 heures. A.

ERRATA. (Séance du 21 juin 1841.)

Page 1165, ligne 3 en remontant, le nom de M. *Sturm* a été omis par erreur dans la Commission chargée de l'examen du Mémoire de M. *Blanchet* sur la délimitation de l'onde dans la propagation générale des mouvements vibratoires.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1841, n° 25, in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. Gay-Lussac, Arago, Chevreul, Savary, Dumas, Pelouze, Boussingault et Regnault; 3e série, tome Ier, mai 1841, in-8°.

Observations sur les Ascidies composées des côtes de la Manche; par M. Milne Edwards; 1 vol. in-4°.

Considérations sur les Poissons et particulièrement sur les Anguilles; par M. le baron de Rivière; in-8°.

Voyage dans la Russie méridionale et la Crimée. — Voyage scientifique; in-8°, et atlas in-fol., une livraison.

Notice sur l'exploitation du Fer en Belgique, et sur la torréfaction du Bois; par M. de Balascheff; 1841, in-8°.

Guide du Médecin dans l'empoisonnement par l'acide arsénieux, vulgairement appelé arsenic; par M. P. Fabrège; 1841, in-8°.

Manuel des Myopes et des Presbytes; par M. L. Chevalier; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale et chirurgicale; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; juin 1841, in-8°.

Supplément à la Bibliothèque universelle de Genève. — Archives de l'Électricité; par M. de la Rive; in-8°, n° 1er.

Reports of... *Observations de Médecine choisies pour faire ressortir les rapports de l'Anatomie pathologique avec les symptômes des maladies et les indications qu'elle fournit pour leur traitement; par* M. R. Bright; 1er et 2e vol., Londres, 1827 et 1831, in-4°; avec 2 cartons de figures coloriées, format atlas.

Observations... *Observations sur les tumeurs abdominales; publiées par numéro dans le* Guy's hospital reports; *par* le même; 1 vol. in-8°.

Miscellaneous... *OEuvres mêlées de* M. Bright; 1 vol. in-8°.

Contributions... *Recherches concernant l'Électricité et le Magnétisme; par* M. Henry; Philadelphie, 1841, in-4°. (Extrait des *Transactions de la Société philosophique américaine.*)

Proceedings... *Procès-Verbaux de la Société philosophique américaine;* mars et avril 1841; n° 17, in-8°.

Astronomische.... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 428, in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome IX, n° 26, in-4°.

Gazette des Hôpitaux; n° 76—78.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 208, in-8°.

La France industrielle; 8e année, n° 25.